COMMONWEALTH INST. OF ENTOMOLOGY LIBRARY
SERIAL SEPARATE
Ex 270

Band 44 / Heft 3 Juni 1959

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 38 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

Zur Kenntnis von *Isophya amplipennis* Br. v. W., *I. pavelii* Br. v. W. und *I. tenuicerca* Rme. *(Orth. Tettigoniidae)*, als Schädlinge von Eichenniederwäldern in Südosteuropa. Von E. Can 227

Zur Biologie und Ökologie des insektentötenden Pilzes *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Entwicklung, Kultur, Lebensansprüche, Infektionsverlauf, praktische Bedeutung). Von B. Schaerffenberg 262

Über Flug- und Wandergewohnheiten von *Pieris brassicae* L. Von H. Roer .. 272

Ökologische Beobachtungen an Tannenläusen – eine Erwiderung. Von J. Franz 310

Zur Biologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) an Gerste. Von M. Hemer 314

KLEINE MITTEILUNGEN

Über schädliche Fliegen im Lebensbereich des Menschen. Von K. Mayer 339

PERSONALIEN

Dr. Arnold Mayer † 341

Diesem Heft liegen 2 Spezialprospekte des Verlages Paul Parey bei.

Schriftleitung: Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

Manuskripte: Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergenibsse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

Honorierung: Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1959 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsdr. Boyens & Co., Heide/Holstein

Z. ang. Ent. Bd. 44 (1959) H. 3 S. 227–342

Abonnementspreis dieses Heftes DM 30,45 Einzelpreis DM 33,50

Aus dem Institut für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Zur Kenntnis von *Isophya amplipennis* Br. v. W., *I. pavelii* Br. v. W. und *I. tenuicerca* Rme. *(Orth. Tettigoniidae)*, als Schädlinge von Eichenniederwäldern in Südosteuropa[1]

Teil II

Von Ekrem Can

D. Entwicklung und Lebensweise

I. Embryonalentwicklung und Überwinterung

Im Laboratorium wurden insgesamt 104 Eier von *I. amplipennis*, die in der ersten Junihälfte 1954 abgelegt worden waren, nach 33 bis 69 Tagen (nach der Methode Dubosq-Brasil [Romeis 1948]) fixiert und anschließend unter einem Präpariermikroskop untersucht. Erst bei den 66 Tage alten Eiern waren Segmentgrenzen, Cercianlagen, Augen, Fühler und Beine schwach zu erkennen. Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Laboratorium lagen während dieser Zeit zwischen 17,5° bis 25° C und bei 60 % bis 80 % r. L. F.

Um aus den Eiern Larven zu erhalten und gleichzeitig die Entwicklung der Eier zu verfolgen, wurden 1953 über 1450 Eier untersucht. Von diesen gehörten 642 *I. amplipennis* und 103 *I. pavelii* an; sie waren vom 28. 5. bis zum 30. 6. 1953 im Laboratorium abgelegt worden.

Zur Erzielung der Eiablagen wurden in 30 Zuchtkäfige, in denen sich je ein begattetes, numeriertes Weibchen befand, mit Erde gefüllte Pappschachteln von 4 × 4 × 1,5 cm gestellt. Nach der Eiablage wurden die aus der Erde genommenen Eier mittels lauen Wassers sorgfältig von der anhaftenden Erde befreit. Hierauf wurden sie wenige Minuten auf Filterpapier gelegt und anschließend nach Weibchen und Tagen getrennt in Gläschen von 0,8 cm Durchmesser und 6 cm Länge verbracht. Die Gläschen wurden in Schalen, die mit Glasdeckel verschlossen waren, gelegt. Um einen zu großen Wasserverlust zu vermeiden, wurde auf den Boden jeder Schale Filterpapier gelegt, das durch Betropfen mit Wasser feucht gehalten wurde. Da manche Eier sich hierbei mit weißem Pilzmyzel überzogen, wurden später sämtliche Schalen ohne Deckel in einen Klimaprüfschrank bei 25° C und 80 % r. L. F. gestellt, worauf sich dieser Pilzüberzug nicht mehr entwickelte. Dafür zeigte sich hier an einigen Eiern ein schwarzer Pilzbelag, solche Eier wurden entfernt.

Nach einer Woche begann ein Teil der Eier auszutrocknen. Da die Zahl der unter den angegebenen Feuchtigkeitsbedingungen zugrunde gehenden Eier ständig zunahm, wurde auf die übriggebliebenen Eier vom 12. 11. 1953 an alle zwei Tage mit Hilfe eines Zerstäubers destilliertes Wasser gespritzt.

Zunächst wurden einige 128 Tage alte Eier auf ihre Entwicklung unter-

sucht. Die Körperfarbe der bereits weit entwickelten Embryonen war gelb, die Augen dunkel und punktiert. Die Leiste (Eizahn) am Scheitel, die Beine und die Cerci-Anlage waren ausgebildet, die Segmentgrenzen sehr deutlich und das Notum durch seine Breite von den Tergiten des Abdomens unterschieden. Als Eier im Alter von 114 Tagen geöffnet wurden, zeigte sich der gleiche Zustand, nur waren Kopf und Beine grünlich, der Körper gelb. Bei 160 Tage alten Eiern waren die äußeren Körperformen noch deutlicher, die Schienen hatten sich zu röten begonnen. Als das Abdomen der Embryonen aus diesen Eiern geöffnet wurde, zeigte sich unter dem Präpariermikroskop nichts als wäßriges, gelbes Eidotter. Dasselbe ergaben auch 114 und 128 Tage alte Eier. Einige Eier wurden im Alter von 180 Tagen geöffnet. Die Grundfarbe des Embryos war grün. Auf den Schenkeln und Schienen zeigten sich braune Punkte und auf den Hinterschenkeln Strichzeichnungen. Drei Brust- und zehn Abdominalsegmente waren deutlich zu unterscheiden, die Spitzen der Cercianlagen waren leicht abgebogen, die Stigmen sichtbar und die Krallenanlagen durch rotbraune Färbung hervorgehoben. Fühler und Taster sowie die Oberlippe waren gut zu unterscheiden. Die Fühler lagen an den Rändern der Oberlippe nach abwärts und reichten unter die auf der Brust fest aneinandergepreßten Beine. Im Abdomen hatte sich zwischen den gelben Dotterkugeln bereits ein Teil der roten Malpighischen Gefäße gebildet. Der Embryo eines im Alter von 247 Tagen geöffneten Eies (Abb. 35) zeigte die großen und kleinen Punkte am Kopf, Rücken und an den Beinen. In jeder Rundung lagen 9 haartragende Punkte, von denen die beiden mittleren kräftig waren. Auch die Cercianlagen waren behaart. Bei Öffnung des Abdomens zeigte sich, daß die Malpighischen Gefäße gegenüber früher an Zahl zugenommen hatten; sie waren rot und fadenförmig. Einige 288 Tage alte Embryonen zeigten in ihrer äußeren Erscheinung keine Änderung. Bei ihnen konnten ungefähr 13 Malpighische Gefäße gezählt werden. Sie saßen an einem länglichen weißen Teil, der offenbar die Darmanlage darstellte. An den später geöffneten Eiern konnte keine weitere Entwicklung festgestellt werden.

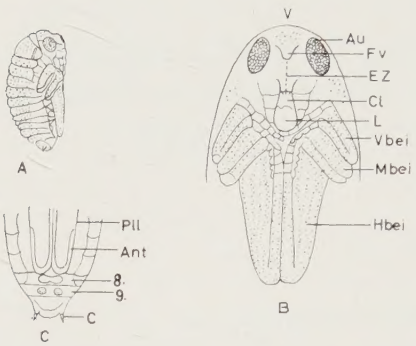

Abb. 35. Stand der Embryonalentwicklung nach 247 Tagen. A. seitlich; B. von vorne; C. Abdomenende von unten; Vbei: Vorderbeine; Mbei: Mittelbeine; Hbei: Hinterbeine; Pll: Pleurallinie; EZ: Leiste (Eizahn)

Nach 130–150 Tagen waren insgesamt 557 Eier vertrocknet; 155 Eier gesund und 538 zweifelhaft.

Im Entwicklungszustand von 6 Eiern, die 420 Tage alt waren und solcher die 180 Tage alt waren, war kein wesentlicher Unterschied festzustellen. Unter Laboratoriumsbedingungen gelang es nicht, die Eier zum Schlüpfen der Larven zu bringen.

Über die Entwicklungsbedingungen am natürlichen Standort der untersuchten *Isophya*-Arten gilt folgendes: mehrere Eier bilden zusammen mit Erde Klumpen, die nahe unter der Erdoberfläche liegen. Die in den letzten Maiwochen abgelegten Eier benötigen bis zum Schlüpfen der Larven, das Anfang Februar erfolgt, 8–8,5 Monate.

Die Erdtemperatur dieser Biotope zeigt von November bis Januar niedere Werte. Wahrscheinlich müssen die Eier vor dem Abschluß ihrer Entwicklung einige Zeit hindurch niederen Temperaturen ausgesetzt sein.

Wasserverlust der Eier

Methode: Um den Wasserverlust der Eier bei einer konstanten niederen Luftfeuchtigkeit zu untersuchen, wurden die Eier von *I. amplipennis* über feuchtem Natriumhydroxyd aufbewahrt, über dem sich eine r. L. F. von etwa 30 % bildet (Friedrichs 1930)[1]. Die Eier wurden einzeln in numerierte Filterpapierhülsen gesteckt, die auf eine mit Organtin bespannte Glasschale

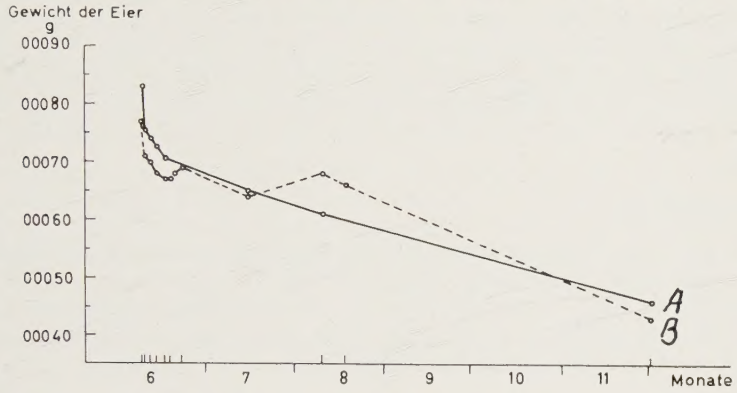

Abb. 36. Wasserverlust der Eier von *I. amplipennis*

gelegt wurden, in der sich das feuchte Natriumhydroxyd befand. Diese Schale wurde in eine größere Glasschale hineingestellt, die mit einer Glasplatte zugedeckt wurde.

10 Eier wurden dauernd unter den Trocken-Bedingungen belassen (Gruppe A), weitere 5 Stück (Gruppe B) wurden erst 10 Tage in gleicher Weise trocken gehalten, dann mit destilliertem Wasser besprüht, einen Tag später, nachdem sie oberflächlich abgetrocknet waren, gewogen und dann in einer verschlossenen Schale auf feuchtem Filterpapier 1 Tag aufbewahrt. Nachdem abermals ihr Gewicht festgestellt worden war, kamen sie wieder unter die Trocken-Bedingungen. Nach 48 Tagen wurden sie abermals 3 Tage feucht gehalten. Schließlich wurden sie wieder den Trocken-Bedingungen ausgesetzt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Abb. 36 graphisch dargestellt. Sie fußt auf den Mittelwerten der einzelnen Eigruppen.

Man sieht, daß der Wasserverlust zu Beginn am stärksten ist und die Eier auch etwas Wasser aufnehmen, wenn sie einige Tage mit diesem in Berührung kommen.

Als die Eier am 1. 12. 1954 geöffnet wurden, zeigte sich nur bei 2 Exemplaren der Gruppe A, dagegen bei sämtlichen Eiern der Gruppe B eine Embryonalentwicklung. Der Entwicklungszustand war der gleiche wie bei den früher behandelten, 66 Tage alten Eiern, d. h. die Farbe des Embryos war gelb, seine Segmentgrenzen waren deutlich erkennbar, Augen und Beine ausgebildet.

[1] Zwölfers Arbeit (1932) ist mir erst später zugänglich gewesen. Ihr zufolge wäre zur Erzielung von 30 % r. L. F. zweckmäßiger $CaCl_2$ Krist. zu verwenden gewesen.

II. Entwicklung und Lebensweise der Larven

a. Schlüpfen der Larven

Am 25. 1. 1953 legte ich 7 Eier von *I. amplipennis*, die ich im Walde von Taşhavuz in der Nähe von Kemerburgaz gesammelt hatte, in eine offene Pappschachtel. Die Schachtel wurde an eine lichte Stelle nahe dem Fenster aufgestellt. 6 Larven schlüpften am 1. 2. bei Zimmertemperatur. Ihre Farben waren zuerst sehr hell, dann wurden sie dunkler.

Nach meiner an jenem Tage gemachten Feststellung verläuft das Ausschlüpfen in ca. 20 Minuten. Die noch in der inneren Eihaut steckende Larve ist wurmartig. Sie hebt zunächst ihren Kopf nach oben gegen den Rücken und streckt die Vorder- und Mittelteile der Beine. Dann biegt sie das aufgerichtete Ende des Abdomens nach unten und den Kopf nach vorn abwärts. Nach etwa 10 Minuten Bewegungslosigkeit beginnt das Abstreifen der Eihaut, das nach ca. 20 weiteren Minuten beendet ist. Dann setzt sich die Larve in Gang.

Der Ausschlüpfspalt

Die von den im Zimmer ausgeschlüpften Larven verlassenen 15 Eischalen wurden untersucht: Der Ausschlüpfspalt (Abb. 37) beginnt in der Nähe des Vorderpoles des Eies, folgt der Kante an der Bauchseite, macht bei $^{5}/_{10}$ der Eilänge einen Bogen nach rechts oder links und biegt bei $^{6}/_{10}$ ein, um fast senkrecht zur Kante bis zur halben Breite des Eies zu verlaufen.

Schlüpfdatum

Für einige Orte in Thrazien konnte folgendes festgestellt werden: Aus einem amtlichen Bericht des Ortsvorstandes von Evciler an die Bezirksdirektion von Pınarhısar vom 30. 1. 1952 ging hervor, daß die Larven von *I. tenuicerca* in den Wäldern von Fındıklık und Isekler am 20. 1. 1952 auf Schnee gesehen wurden. Um eine genauere Feststellung des Schlüpfbeginns der ersten Larven zu ermöglichen, habe ich mit meinen Hilfsarbeitern die Wälder vom 20. 1. 1953 an täglich kontrolliert und festgestellt, daß im Walde von Taşhavuz in der Nähe von Kemerburgaz bei Istanbul die Larven von *I. amplipennis* erstmalig am 31. 1. 1953 auftraten. Im Massenvermehrungsgebiet bei dem Dorf Sinekli fanden wir Larven von *I. tenuicerca* in der Zone Kösdemir am 3. 2. 1953 und bei Kabaagaçgeçidi am 4. 2. 1953. Von diesen Orten liegt Kabaagaçgeçidi am höchsten (rund 220 m Seehöhe), dann folgt Kösdemir, am niedrigsten liegt der Wald von Taşhavuz (rund 100 m Seehöhe).

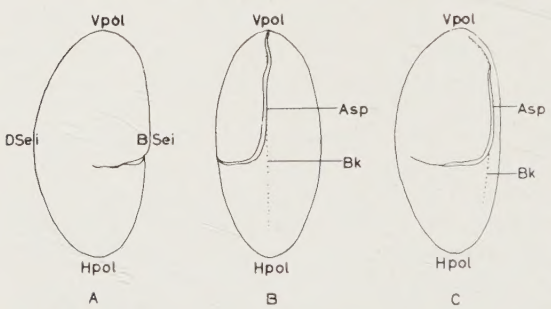

Abb. 37. Ausschlüpfspalt der Eier von *I. amplipennis*. A. von der Seite gesehen; B. von der Bauchseite gesehen; C. schräg gesehen; Vpol: Vorderer Pol der Eier; Hpol: Hinterer Pol der Eier; Bk: Bauchkante; Asp: Ausschlüpfspalt; DSei: Dorsalseite der Eier; BSei: Bauchseite der Eier

Das Datum des ersten Auftretens der Larven von *I. pavelii* konnte nicht festgestellt werden. Unter 457 Larven, die ich am 4. 5. 1953 aus Kemerburgaz erhielt, waren jene von *I. pavelii* kleiner als jene von *I. amplipennis*. Von den Larven, die am 9. 4. 1954 eintrafen, befanden sich die von *I. amplipennis* zu 4 % als L_1, 64 % als L_2 und 32 % als L_3, dagegen waren bei *I. pavelii* 55 % im 1. und 45 % im 2. Stadium. L_3 war nicht darunter. Dieser Vergleich berechtigt zur Annahme, daß die Larven von *I. pavelii* später ausgeschlüpft sind als jene der anderen beiden Arten.

Über den Schlüpfbeginn der in Rumänien und Bulgarien massenhaft vorkommenden *Isophya*-Arten wird folgendes berichtet:

Buntschev (1891) sagt: „Das Insekt erscheint bei uns Ende Februar, Anfang März und oft auch später."; Stateloff (1931): „Die Eier bleiben bis zum folgenden Frühjahr in der Erde, und im April beginnt das Erscheinen der Larven."; des Weiteren Tschorbadjeff (1936): „Die Larve zeigt sich in der ersten Aprilhälfte, in südlicheren Orten ab Mitte März", und Georgescu (1930): „Ihr Erscheinen in den Wäldern im Frühling erfolgt plötzlich und in isolierten Schwärmen."

Mir scheint, daß diese Nachrichten nicht die Daten, an denen die Larven im Walde erstmalig ausschlüpfen, sondern jene angeben, an denen ihr Vorhandensein zuerst von Beobachtern bemerkt wurde. Die Larven schlüpfen zwar früh aus, bleiben aber wegen der Ungunst der Witterung etwa bis Ende März klein und bewegen sich nur wenig. Es ist wahrscheinlich, daß sie nicht früher bemerkt werden, weil sie noch nicht begonnen haben, die Bäume zu erklimmen und Schaden anzurichten.

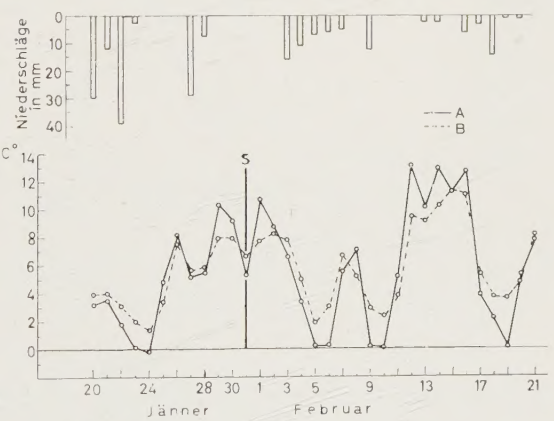

Abb. 38. Temperaturverhältnisse und Niederschläge während des Schlüpfens der Larven von *I. amplipennis* nach den Angaben der meteorologischen Station von Bahçeköy im Jahre 1953. A. mittlere Tagestemperatur; B. mittlere Temperatur der Bodenoberfläche. S zeigt den 1. Tag des Schlüpfens

Schlüpfdatum und Klimafaktoren

Am 19. 1. 1953 am natürlichen Fundort entnommene Eier zeigten, daß die Larve von *I. amplipennis* bereits voll entwickelt, aber unempfindlich gegen Berührungen und unbeweglich waren. Am 31. 1. 1953 wurden dort erstmalig Larven dieser Art gesehen, nachdem seit dem 25. 1. warme Witterung herrschte und am 27. 1. Regen gefallen war. Die Temperaturverhältnisse zu dieser Zeit zeigt vorstehende Kurve (Abb. 38), die in gleicher Seehöhe, nur 6 km von meinem Beobachtungsort entfernt, registriert wurde.

b. Gewichtszunahme und Entwicklungsdauer der Larven

1. Freiland

Vom 18. 3. 1952 bis zum 30. 4. 1952 wurden jeweils am Morgen in den Wäldern von Sinekli Larven von *I. tenuicerca* gesammelt und nach Tötung, ihren Stadien entsprechend in Gruppen geteilt. Die Gruppen wurden ge-

wogen und das Durchschnittsgewicht für ein Exemplar berechnet und graphisch dargestellt (Abb. 39).

2. Im Laboratorium

Die folgenden Untersuchungen wurden an 142 Larven von *I. amplipennis* und *I. pavelii* durchgeführt, die im Walde von Taşhavuz gesammelt und am 9. 4. 1954 mit einem Flugzeug nach Wien gebracht worden waren.

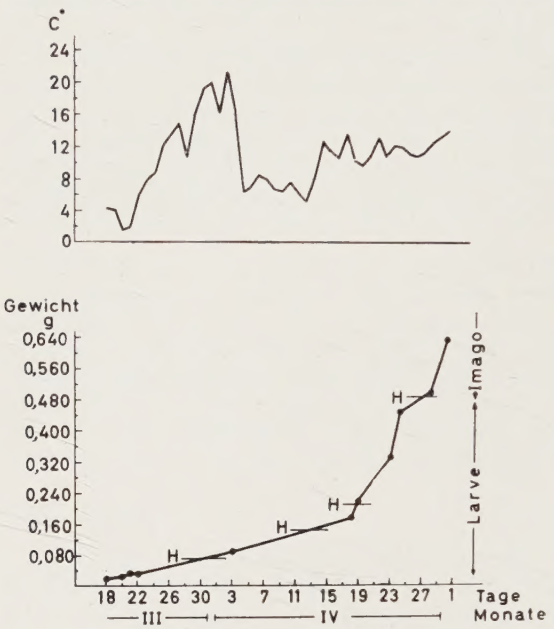

Abb. 39. Die Tagesmittel der Temperatur der meteorologischen Station von Çorlu im Jahre 1952 während der Gewichtszunahme der Larven von *I. tenuicerca* unter Freilandbedingungen. H zeigt die Tage der Häutungen der Larven

Methode: Die Larven wurden nach Feststellung ihres Stadiums einzeln in Gläser gesetzt. Als Nahrung wurde jeder Larve zunächst Salat (*Lactuca sativa* L. und *Valerianella locusta* Betcke) gereicht und die Öffnung des Glases mit Organtin verschlossen. Nach 6 Tagen wurde Salat mit Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) gemischt gegeben. Nach weiteren 4 Tagen wurde der Salat fortgelassen und nur noch Löwenzahn gereicht. Um ein zu rasches Vertrocknen des Futters zu verhindern, wurden die Gläser jetzt statt mit Organtin mit Stöpseln locker verschlossen.

Tabelle 12

Extremgewichte und Gewichtszunahmen von *I. amplipennis* während der Entwicklung im Laboratorium

Stad.	Männchen Anzahl der Wägungen	Männchen Gewicht g	Männchen Mittel g	Weibchen Anzahl der Wägungen	Weibchen Gewicht g	Weibchen Mittel g	Gewichtsunterschiede gegenüber den Männchen
1				2	0,0184	0,0184	
2	18	0,0391–0,0568	0,0479	15	0,0303–0,0678	0,0495	+ 0,0016
3	55	0,0457–0,1080	0,0768	57	0,0442–0,1290	0,0866	+ 0,0098
4	51	0,0730–0,2268	0,1499	49	0,0920–0,2485	0,1702	+ 0,0203
5	37	0,1620–0,4710	0,3165	27	0,1690–0,5013	0,3351	+ 0,0186
Imago	2	0,2648–0,4330	0,3489	15	0,03570–0,4550	0,4060	+ 0,0571
	163			165			

Im Zeitraum vom 10. 4. 1954–2. 6. 1954 wurden die Larven alle 3 Tage mit einer Analysen-Waage in Wägegläschen gewogen. Da während der Untersuchungen einige Exemplare eingingen und andere bei der Häutung Gliedmaßen verloren, wurden nur jene ausgewertet, die bis zuletzt unbeschädigt blieben, das Ergebnis ist folgendes: Siehe Tabelle 12 und 13.

Tabelle 13

Extremgewichte und Gewichtszunahmen von *I. pavelii* während der Entwicklung im Laboratorium

Stad.	Männchen Anzahl der Wägungen	Männchen Gewicht g	Männchen Mittel g	Weibchen Anzahl der Wägungen	Weibchen Gewicht g	Weibchen Mittel g	Gewichtsunterschiede gegenüber den Männchen
1	8	0,0153–0,0236	0,0194	15	0,0159–0,0230	0,0194	0,0000
2	62	0,0200–0,0668	0,0434	118	0,0150–0,0546	0,0348	– 0,0086
3	36	0,0276–0,1300	0,0788	87	0,0381–0,1685	0,1033	+ 0,0245
4	22	0,0930–0,2500	0,1715	46	0,0760–0,2745	0,1752	+ 0,0037
5	17	0,2085–0,5160	0,3622	44	0,1630–0,6228	0,3929	+ 0,0307
Imago	3	0,4322–0,5000	0,4661	8	0,4115–0,5720	0,4917	+ 0,0256
	148			318			

Somit zeigt sich:

1. In jedem Stadium erreicht das Gewicht einen Höchstwert, worauf ein Teil desselben während der Häutung wieder verloren geht.
2. Das mittlere Gewicht jedes Stadiums beträgt rund das Doppelte des vorhergehenden.
3. Die Weibchen sind fast stets schwerer als die Männchen.
4. Männchen und Weibchen von *I. pavelii* sind schwerer als jene von *I. amplipennis*.

Frischgeschlüpfte Larven von *I. amplipennis*, die nach 3 Tagen gewogen wurden, hatten ein Stückgewicht von 0,005 g. Die Höchst- und Mittelgewichte der Larven jeden Stadiums sind in folgender Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 14

Gewichtszunahme der Larven von *I. amplipennis* bezogen auf L1

Stadium	Männchen Höchst	Männchen Mittel	Weibchen Höchst	Weibchen Mittel
1.	–	–	–	3,6
2.	11fach	9,5	14fach	10
3.	22fach	15	25fach	17
4.	45fach	30	50fach	34
5.	94fach	63	100fach	67

3. Entwicklungsdauer

Zur Untersuchung der Entwicklungsdauer wurden 28 Larven von *I. amplipennis* im Klimaprüfschrank bei 25° C gehalten, weitere 17 wurden unter

der Einwirkung der Laboratoriumtemperaturen belassen. Da die Gläser beider Gruppen mit einem Kork locker verschlossen waren, ist anzunehmen, daß in allen hohe Luftfeuchtigkeit herrschte. Um den Unterschied in der Entwicklungsdauer zwischen den im Klimaprüfschrank und den im Laboratorium gehaltenen Larven zu zeigen, wurden aus der Gesamtzahl von 45 untersuchten Individuen jene ausgewählt, die sich in übereinstimmenden Stadien befanden. Die Durchschnittsgewichte wurden nach Männchen und Weibchen getrennt in Abb. 40 dargestellt.

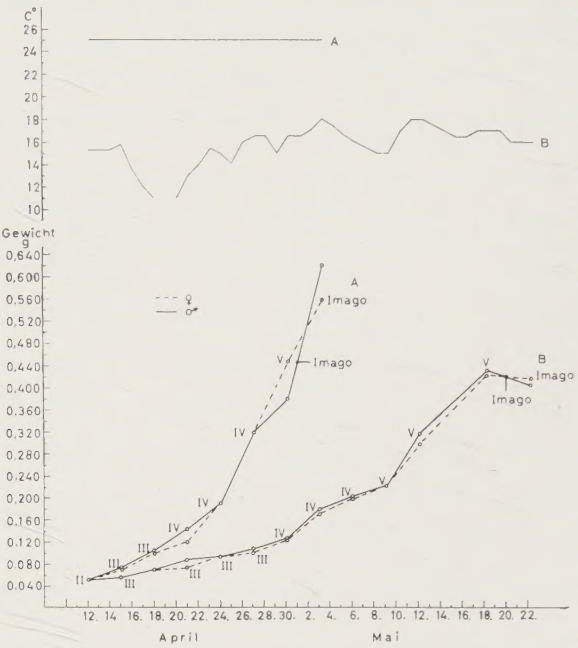

Abb. 40. Gewichtszunahme und Entwicklungsdauer der Larven von *I. amplipennis.* A: Gewichtszunahme bei 25° C; B: bei 18-20° C

4. Larvensterblickkeit während der Untersuchungen

Von dem mit dem Flugzeug eingetroffenen 242 Junglarven waren unterwegs 100 eingegangen. Von den restlichen zur Untersuchung verwendeten 142 Stück gingen 49 Stück (meist als L_1, L_2 u. L_3) ein. Die Larvensterblichkeit betrug somit rund 35 %.

Tabelle 15

Die Dauer der einzelnen Stadien beträgt in Tagen:

Stadium	Männchen bei 25° C ampl.	pavelii	bei 18-20° C ampli.	pavelii	Weibchen bei 25° C pavelii	bei 18-20° C ampli.	pavelii
2.	4			16			16
3.	5	18	12		19	13	29
4.	6		12	35		12	
5.	7	6	11		7	11	9
Summe:	22	24	35	51	26	36	54

5. Larvenentwicklung im Freien

Wie im Massenvermehrungsgebiet von Sinekli oft beobachtet wurde, sammeln sich die Larven am Morgen und am Abend, also zu Tageszeiten, in denen die Sonnenbestrahlung nicht stark ist, auf den Blättern an den von der Sonne beschienenen Seiten der Baumkronen oder an den von der Sonne beschienenen Seiten der Baumstämme, meist nahe des Erdbodens, um sich zu

sonnen. Zuweilen finden sie sich bei kaltem und windigem Wetter zwischen vertrockneten und zusammengerollten Blättern auf dem Boden. Die Larven entwickeln sich auf sonnigen Südhängen viel schneller als in Tallagen mit wenig Sonne oder an Stellen mit feuchtem Boden. Aus diesem Grunde trifft man an nur wenig voneinander entfernten Stellen Larven verschiedener Größen. Auch, nachdem die Larven sich bereits massenhaft zur Imago verwandelt haben, finden sich immer noch Larven, wenn auch in geringer Anzahl.

Nach den 1952 in der Umgebung von Sinekli vorgenommenen früher erwähnten Beobachtungen und Feststellungen schlüpfen die Larven Anfang Februar aus dem Ei und verwandeln sich in der letzten April-Woche zur Imago. Das Larvenleben dauert also fast 3 Monate. Davon entfallen die beiden ersten Monate auf das 1. und 2. Stadium, 13–14 Tage auf das 3. Stadium und 15 Tage auf das 4. und 5. Stadium zusammen. Das 4. Stadium ist das kürzeste.

Während der Junglarvenzeit kommt es in den Wäldern von Sinekli gelegentlich zu Schneefall. Die Larven sammeln sich dann in den mittleren Teilen der Erika-Sträucher, also im schneefreien Teil, nahe dem Boden zwischen den Zweigen und sitzen dort in losen Gruppen regungslos mit dem Kopf nach unten.

c. Das Erklimmen der Bäume durch die Larven

Das Erklimmen erfolgt mit Beginn der Entfaltung der Eichenblattknospen. Dies war 1952 im Beobachtungsgebiet bei Sinekli gegen Ende März - Anfang April der Fall. Auch die Blattknospen der Wildbirnen und Wildäpfel öffnen sich um diese Zeit und werden von den Larven bevorzugt ausgefressen. Die Larven waren an feuchten Stellen oder an solchen, an denen die Eichen dicht standen, klein, dagegen an Südseiten und trockenen mit Erika bestandenen Stellen größer.

Nach meinen Beobachtungen beginnen sich die Blattknospen zu öffnen, wenn die Larven in das 3. Stadium eintreten. Von dieser Zeit an zeigen sich die Larven täglich in größerer Menge in den Kronen der Bäume. Wo L_1 u. L_2 frißt, konnte nicht einwandfrei festgestellt worden. Es ist anzunehmen, daß diese jüngsten Stadien von der zarten Krautvegetation der Bodendecken leben. Demnach sind die für die Bäume schädlichen Stadien nicht L_1 u. L_2, sondern jene im 3., 4. und 5. Stadium, ebenso die Imago.

d. Häutung im Freiland und im Laboratorium

1. Im Freiland

In der ersten Aprilhälfte werden die gegen Süden gelegenen warmen Stellen des Waldes zur Häutung bevorzugt. Sie erfolgt zwischen 7.45 und 12.00 Uhr. Die Larven sitzen dabei auf Zweigen und Blättern, die der Sonne voll ausgesetzt sind.

Die Häutung umfaßt verschiedene Stadien von bestimmter Dauer. Sechsmalige Messungen bei ungefähr gleicher Temperatur hatten dieselben Ergebnisse mit Unterschieden von nur 1–2 Minuten. Nachstehend ein typisches Beispiel für eine solche Untersuchung:

Eine im 3. Stadium befindliche Larve klammert sich mit den Hintertarsen an der Endknospe auf der Unterseite eines schrägen Zweiges an.
12.00: Die Haut beginnt am hinteren Rande des Pronotums zu zerreißen.
12.28: Der Kopf und 1/3 der Fühler ragen aus der Haut hervor.

12.30: Kopf und Körper beginnen sich zu senken bis sie senkrecht zum Boden stehen. Die Hälfte der Fühler ist von der Haut frei.
12.32: Vorder- und Mittelbeine sind frei. Die Hinterschenkel sind aus der Haut herausgetreten, aber noch gebogen.
12.34: An den Vorder- und Mittelbeinen werden die Schienen an die steil aufgestellten Schenkel angelegt. Die Hinterschenkel haben sich gestreckt. Kopf und Körper hängen senkrecht gegen den Boden.
12.36: Die Tarsen der Hinterbeine sind frei von der alten Haut. Die Hinterschienen haben sich an die steil aufgestellten Hinterschenkel gelegt, das herabhängende Tier steckt nur mehr mit der Hinterleibsspitze und den Enden der zurückgebogenen Fühler in der Exuvie.
12.39: Die Fühler sind frei.
12.40: Die Fühler sind in der Verlängerung des Körpers gegen den Boden gestreckt.
12.42: Ohne Eigenbewegung.
12.45: Das ursprünglich gestreckte Tier krümmt sich bauchwärts langsam ein. Die Vorderbeine bewegen sich leicht.
12.47: Auch die Mittelbeine bewegen sich. Körper noch stärker gekrümmt.
12.48: Das Tier klammert sich mit den Hintertarsen an den Beugestellen zwischen Hinterschenkeln und Hinterschienen der Exuvie an. Es versucht sich mit den Mittel- und Vordertarsen an den vorderen Abschnitten der Haut anzuklammern.
12.52: Das Tier hat sich fest an der Haut angeklammert und das Ende des Abdomens aus der alten Haut gezogen, dann kriecht das Tier auf die Oberseite des Zweiges und sitzt einige Zeit mit dem Kopf zur Zweigspitze gerichtet.
13.18: Das Tier ist wieder an die untere Seite des Zweiges gegangen und hat angefangen, die Haut von ihrem Abdomenende her zu fressen.
13.35: Die Haut ist aufgefressen, das Tier ist wieder auf die Oberseite des Zweiges gestiegen.

Die Gesamtdauer der Häutung wurde mit 45–52 Minuten festgestellt. Die Exuvie wird innerhalb von 15–20 Minuten aufgefressen.

Die Häutung vom 4. ins 5. Stadium erfolgte 1952 im Beobachtungsgebiet nachmittags zwischen 14 und 17 Uhr, manchmal an halbschattigen Stellen.

Bei allen Häutungen zeigte sich, daß die Larven die Ränder von Eichenblättern, einjährige, feine, grüne oder trockene Eichenzweige, grüne und trockene Zweige von *Erica, Calluna* und *Cistus* und in seltenen Fällen auch Grashalme als Häutungsplätze aufsuchen. Außerdem wurde beobachtet, daß die Häutung in einer Höhe von 20–145 cm über dem Boden vor sich ging.

2. Im Laboratorium

Die am 20. 5. 1953 aus Kemerburgaz erhaltenen Larven wurden auf verschiedene Behälter verteilt. Als solche wurden Glasschalen verwendet, ferner Käfige aus Draht und solche, bei denen die Wände mit Organtin verkleidet worden waren. In 2 Käfige wurden Zweige gelegt, es zeigte sich, daß sich die Larven nur in den mit Organtin verkleideten Käfigen und in jenen, in die Zweige gelegt worden waren, gut entwickeln konnten; in den anderen Behältern fielen die Larven von den Wänden, verletzten sich und gingen ein, vielfach ergaben sich bei den Häutungen Individuen mit verkrümmten Schienen und Schenkeln. Letztere Erscheinung zeigte sich auch bei Larven, die einzeln, aber in zu engen Gläsern gezüchtet wurden.

e. Gewicht der Exuvien

Das Abwiegen der Haut sofort nach der Häutung führte zu folgenden Ergebnissen:

Stadium	Art	Hautgewicht in g
2.	*I. pavelii* Männchen	0,0020
2.	*I. pavelii* Männchen	0,0015
3.	*I. amplipennis* Männchen	0,0070
3.	*I. pavelii* Männchen	0,0071
4.	*I. amplipennis* Männchen	0,0150
4.	*I. amplipennis* Weibchen	0,0153
5.	*I. amplipennis* Weibchen	0,0225

f. Die Populationsdichte der Larven von I. tenuicerca

Diese Untersuchungen wurden für L_2 und L_3 von *I. tenuicerca* vom 25. 3. bis 1. 4. 52 in Sinekli durchgeführt, sie bezweckten, festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen Krautvegetation und Larvenpopulation besteht. Hierzu wurden 2 Personen mit je einer Zinkplatte von 200 cm Länge und 33 cm Breite eingesetzt, die genau in der Mitte rechtwinkelig abgebogen war. Zwei Platten wurden jeweils so auf den Boden gestellt, daß sie ein Quadrat von 1 m² Fläche abgrenzten. Eine 3. Person notierte die innerhalb dieses Quadrates befindlichen Pflanzengattungen, fing die Larven, nahm sie heraus und führte ihre Zählung durch. In 13 Abtg. zu je 45 Hektar wurden jeweils pro Abtg. 18 Probeflächen zu je 1 m² untersucht. Insgesamt wurden auf 232 qm 6288 Larven festgestellt, in Mittel je qm somit: 27 Larven (Minimum 7 je qm; Maximum 58 je qm).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Häufigkeit der Larven unter Berücksichtigung der Krautvegetation (die Ziffern in () bezeichnen die Quadratmeteranzahl, für die die Durchschnittsmenge der Larven je m² festgestellt wurde).

Tabelle 16

Häufigkeit der Larven und Kraut-Vegetation

Sonnige Stellen mit niederer Vegetation		Baumfreie Stellen mit einzelnen Büschen von *Cistus* sp., *Calluna* sp. und *Erica* sp.		Baumfreie Stellen dichte Bestände aus *Calluna* sp. und *Erica* sp.		Unter Eichen	
Larven je qm		Larven je qm		Larven je qm		Larven je qm	
53	(1)	25	(7)	10	(7)	20	(11)
19	(1)	50	(8)	14	(2)	32	(10)
25	(1)	36	(8)	50	(2)	31	(4)
–	–	45	(9)	59	(2)	44	(5)
17	(2)	41	(5)	29	(5)	29	(5)
14	(2)	29	(6)	36	(3)	76	(4)
–	–	67	(10)	16	(2)	54	(4)
–	–	10	(9)	28	(3)	14	(9)
–	–	10	(11)	15	(4)	6	(6)
–	–	24	(4)	89	(2)	21	(9)
–	–	1	(10)	32	(2)	7	(5)
10	(1)	31	(4)	13	(2)	8	(9)
8	(3)	23	(3)	33	(1)	26	(9)

Die Plätze mit lockerer und dichter Vegetation von *Erica, Calluna* und *Cistus* scheinen also im Leben der Larven vor dem Aufbaumen eine besondere Rolle zu spielen.

Die Ostgrenze des Massenvermehrungsgebietes von *I. tenuicerca* verlief in den 3 Untersuchungsjahren 1951, 1952, 1953 entlang von Abteilungen, wo eine andere Eichenart (vermutlich *Q. petraea*) auftrat. Bei dieser Eichenart bleiben die alten trockenen Blätter bis zur Entfaltung der jungen Blätter an den Zweigen, so daß es leicht fällt, die Grenze der Verbreitungsgebiete beider Eichenarten vor Laubausbruch festzustellen.

g. Geschlechtsverhältnis der Larven

Von den am 9. 4. 54 aus Istanbul eingetroffenen 142 lebenden Larven wurden 25 als Männchen und 21 als Weibchen von *I. amplipennis* und 37 als Männchen und 46 als Weibchen von *I. pavelii* festgestellt. Das Geschlecht der restlichen 13 Exemplare konnte nicht eruiert werden, da sie bald eingingen. Von den am 15. 5. 54 aus der gleichen Gegend eingetroffenen Larven erwiesen sich 32 als Männchen und 32 als Weibchen von *I. amplipennis* und 90 als Männchen und 126 als Weibchen von *I. pavelii.* Während diese Zahlen einem Geschlechtverhältnis von 1:1 entsprechen, wurden von am 2. 5. 1953 aus der gleichen Gegend gebrachten 457 Larven 174 als Männchen und 283 als Weibchen festgestellt; eine Aufgliederung nach *I. amplipennis* und *I. pavelii* war hier nicht erfolgt. Die Zahlen beziehen sich auf die lebend eingetroffenen Tiere. Vermutlich waren unter den während des Transportes eingegangenen Larven die Männchen stärker vertreten als die Weibchen.

h. Fraßpflanzen der Larven im Freien

In den Wäldern des Massenvermehrungsgebietes von Sinekli und Kemerburgaz treten im Februar und März in der Krautschicht Pflanzen mit kleinen, weichen Blättern auf, die zur Ernährung der Larven geeignet sind. Auch wurde bei Sinekli beobachtet, daß die Larven von *I. tenuicerca* vor dem Aufspringen der Eichenblattknospen die frischen Nadeln von *Erica* sp. und *Calluna* sp. befressen. Erst die in das 3. Stadium tretenden Larven klettern auf die Eichen, deren Blattknospen sich gerade öffnen und befressen diese sowie die bereits offenen Blätter. Die Larven von *I. tenuicerca* scheinen, wie die Imagines, nicht alle Eichenarten anzunehmen. Daß sie auch die Blätter von Wildbirnen und -äpfeln befressen, wurde bereits erwähnt. Bei Massenauftreten werden auch Weißbuchen- und Orientbuchenblätter angenommen.

Die Larven fressen zunächst eine Seite der Blattknospe an und höhlen sie bis zur Mitte aus. Der Rest der Knospe wird später entweder von der gleichen oder von einer anderen Larve gefressen. Halb aufgefressene Blattknospen entfalten zum Teil noch die Reste der Blattanlagen.

E. Imago

a. Zur Phänologie der Imago

1. Freilandbeobachtungen

In den Wäldern von Sinekli schlüpfte im Jahre 1952 die erste Imago von *I. tenuicerca* am 22. 4. Am 1. 5. hatte die Hauptmasse der Population das Imaginalstadium erreicht. Die Massenverwandlung der Larven zur Imago

war in der letzten April-Woche eingetreten. Am 12. 6. hatte die Zahl der Imagines stellenweise abgenommen. Später konnten die Beobachtungen nicht fortgesetzt werden.

1951 konnte der Rückgang der Imaginalpopulation von *I. tenuicerca* gut festgestellt werden: Für Bekämpfungsversuche in den Wäldern von Sinekli mußten täglich 500 Heuschrecken gesammelt werden. Während diese Zahl bis 18. 6. 1951 leicht zusammengebracht wurde, gestaltete sich die Aufbringung vom 19. 6. an schwierig und war am 20. 6. unmöglich, weshalb die Bekämpfungsversuche eingestellt werden mußten. Dabei fiel es auf, daß die Abnahme auf die reichlichen Regenfälle hin vom 17. 6. 1951 erfolgte. Gleichwohl war es, wenn auch unter Schwierigkeiten, bis 1. 7. 1951 möglich, einzelne Heuschrecken zu finden.

2. Beobachtungen im Laboratorium

Die am 2. 2. 1953 ausgeschlüpften Larven von *I. amplipennis* hatte ich ständig im Zimmer in einer Schachtel gehalten. 2 Weibchen wurden dort am 23. 3. 1953 zur Imago und gingen am 23. 5. 1953 ein, ihre Imagozeit dauerte also unter Laborbedingungen rund 2 Monate. 22 am 25. 2. 1953 in den Wäldern von Kemerburgaz gesammelte Larven erreichten im Laboratorium am 13. und 14. 4. 1953 die Imagostufe. 10 Weibchen, die am 17., 18., 19. und 20. 5. 1954 zur Imago geworden waren, wurden zu Untersuchungen über Paarung und Eiablage bei 25° C und 80 % r.L.F. gehalten. Sie lebten durchschnittlich 15 Tage. (Höchstlebensdauer: 21 Tage.) 10 Weibchen von *I. amplipennis* wurden für die gleichen Untersuchungen unter Laboratoriumsbedingungen, d. i. bei niedrigerer Temperatur (16°–22°, durchschnittliche Temperatur 19,7° C) gehalten; sie lebten durchschnittlich 21 Tage, einige auch 27 und 28 Tage. 10 Weibchen von *I. pavelii* lebten unter Laboratoriumsbedingungen durchschnittlich 30, höchstens aber 35 Tage. Diese Exemplare hatten viel später die Imaginalstufe erreicht als die Tiere an ihrem natürlichen Biotop.

b. Protandrie

Während der Beobachtungen in den Wäldern von Sinekli im Jahre 1952 wurden zuerst nur männliche Imagines gesehen. Wie bereits erwähnt, konnte bei Haltung im Laboratorium für *I. pavelii* die gleiche Sachlage beobachtet werden, d. h. die weiblichen Imagines erschienen einen Tag später als die Männchen und gingen auch später ein.

Georgescu (1930) meint (vermutlich *I. tenuicerca* betreffend), daß die Männchen länger als die Weibchen leben. Er stützt sich dabei auf Mitteilungen, daß in vielen Fällen eine größere Zahl von Männchen festgestellt wurde.

c. Begattung

1. Vorgang der Begattung

Die Paarung wird damit eingeleitet, daß das Männchen sich ganz langsam dem Weibchen nähert und mit seinen Fühlern die des Weibchens berührt. Diese Berührung wird vom Weibchen erwidert und von beiden Tieren mehrmals wiederholt. Wenn das Weibchen unlustig ist, versucht es sich zu entfernen; das Männchen zirpt einige Zeit und folgt dem Weibchen. Bleibt dieses unlustig, dann läßt das Männchen ab und zirpt von Zeit zu Zeit. Zu Beginn der Kopula betastet das Weibchen mit seinen in kauender Bewegung

befindlichen Mundwerkzeugen einige Zeit das Abdomenende des Männchens. Dann besteigt es langsam das Männchen von rückwärts, wobei das Abtasten und Belecken vom Abdomenende her entlang der Rückenmittellinie fortgesetzt wird, bis sich das Weibchen mit seinen Mundwerkzeugen unter den Elytren des Männchens befindet, an welcher Stelle es verweilt. Offenbar befinden sich dort Lockdrüsen, die verhindern sollen, daß sich das Weibchen zu früh vom Männchen entfernt. Ähnliche Einrichtungen kennt man von Blattiden, Grilliden und Polysarcus. In der Regel hält sich das Weibchen mit den Hintertarsen an den Hinterschienen des Männchens, mit den Mitteltarsen an dessen Mittelschenkeln und mit den Vordertarsen an den Seiten des Abdomens unterhalb der Elytren fest. Seine Legeröhre ist dabei nach unten gekrümmt. Wenn das Weibchen ganz hinaufgestiegen ist, streckt das Männchen sein Abdomenende vor, wölbt es nach oben, öffnet seine Cerci und sucht mit ihnen das Weibchen an der Basis der Legeröhre zu fassen. Das Weibchen versucht sich ihm eine Zeit lang zu entziehen, indem es das Abdomenende hebt. Während das Männchen seine Cerci zu einer neuen Fangbewegung vorbereitet, läßt das Weibchen sein Abdomenende ganz langsam wieder sinken. Diese Bewegungen wiederholen sich. Nachdem das Männchen mit seinen Cerci die Legeröhrenbasis endlich umfaßt hat, öffnet es seine Genitalvalven und preßt sie auf den unteren Rand der Legeröhre nahe ihrer Basis. Dabei zieht es mit Hilfe seiner Cerci das Abdomenende des Weibchens herunter und biegt es gegen die Unterseite seines Bauches zu ab. Diese Bewegung bewirkt, daß das auf dem Rücken des Männchens sitzende Weibchen etwas zurückgleitet. Dabei gelangt die weibliche Geschlechtsöffnung in die Nähe der männlichen. Nachdem sich die Spermatophore vollständig gebildet hat, beeilt sich das Weibchen fortzukommen, wobei das Männchen zuweilen auf den Rücken gedreht und mitgezogen wird. Im Laboratorium wurde einige Male beobachtet, daß die Spermatophore herunterfiel, weil das Weibchen zu früh flüchtete. Das vom Weibchen verlassene Männchen macht mit den Beinen Wackel- und Zitterbewegungen, etwas später krümmt es den Kopf und das Abdomenende unter die Beine und reinigt die Genitalvalvenpartie mit den Mundteilen. Nach der Kopula krümmt das Weibchen den Bauch ganz ein, reißt zunächst vom Spermatophylax ein Stück ab, beginnt es zu verzehren und streckt sich wieder gerade. Dieser Vorgang beginnt, wie ich im Laboratorium gesehen habe, 1–2 Minuten nach der Kopula und wird in nicht feststehenden Zeitabständen wiederholt, wobei die ganze Spermatophore, die offenbar inzwischen ihre Spermien in die weibliche Geschlechtsöffnung hinein abgegeben hat, binnen 6–10 Stunden vom Weibchen aufgefressen wird. Wie ich in den Wäldern von Thrazien an *I. tenuicerca* gesehen habe, behalten die Spermatophoren von Weibchen, die sich in der kühlen Abendluft paaren, ihre Frische noch am nächsten Morgen und werden gegen 10–11 Uhr aufgefressen.

Das Liebesspiel und die Begattung erfolgen im Walde stets auf Bäumen. Die aneinandergepreßten Heuschreckenkörper sind zumeist mit dem Kopf schräg nach unten gerichtet. Während das der Begattung vorausgehende Stadium des Aufeinandersitzens im Freien meist $^1/_2$–1 Stunde, mitunter allerdings auch 3 Stunden in Anspruch nimmt, dauert es im Laboratorium in den geschlossenen Glasgefäßen bedeutend länger. Manchmal kam es nach einer Vorbereitung von 5–6 Stunden nicht zur Begattung und der Vorgang wurde am nächsten Tage wiederholt. Häufig wurde beobachtet, daß es dem Männchen nicht gelang, die Legeröhre des Weibchens zu fassen. Es wechselte dann seinen Platz, stemmte sich mit den Hinterbeinen gegen die Seitenwand und

nahm in schräger Stellung mit dem Kopf nach unten und dem Abdomenende nach oben eine neue einladende Stellung ein. Weiter wurde beobachtet, daß das Männchen mitunter irrtümlich mit seinen Cerci das Abdomenende des Weibchens von den Seiten her faßte und die Zähne der Cercispitzen in den Körper des Weibchens bohrte, das sich daraufhin zu befreien versuchte. Bei längerem Aufeinandersitzen schien das Weibchen öfters unter den Elytren in den Rücken des Männchens zu beißen, da häufig eine plötzliche Flucht des Männchens zu beobachten war. Trotzdem begann das Liebesspiel von neuem.

Eine auffallende Erscheinung war ferner, daß während des Aufeinandersitzens die Elytren des Männchens von den Weibchen angefressen wurden, wodurch die meisten im Laboratorium befindlichen Männchen bei der 2. oder 3. Begattung die Elytren vollständig verloren hatten. Da diese Erscheinung im Walde selten angetroffen wird, erregt sie dort weniger Aufmerksamkeit. Ferner wurde im Laboratorium beobachtet, daß bereits beschädigte Männchen (es fehlte ihnen ein Bein und die Elytren waren angefressen worden) von begattungslustigen Weibchen, mit denen sie zusammengesperrt worden waren, am Rücken vor der Basis der Elytren her bis zum 3. Abdominaltergit angefressen wurden, worauf sie eingingen.

Es wurde auch beobachtet, daß die Partner eines Pärchens, die während des Aufeinandersitzens aus irgendeinem Grunde getrennt worden waren, sich gegenseitig wieder aufsuchten. Ferner konnte man sehen, daß in einem Glasgefäß, in dem sich ein Männchen und zwei Weibchen befanden, das aufsitzende Weibchen vom anderen belästigt wurde und, wenn ersteres floh, das letztere an seine Stelle trat oder daß in einem Glasgefäß, in dem sich zwei Männchen und ein Weibchen befanden, die Männchen einander vertrieben, und daß schließlich dort, wo sich zwei Männchen und zwei Weibchen befanden, die Liebesspiele einen normalen Verlauf nahmen.

2. *Sexualparade*

Georgescu (1930) schreibt: „Nach Ing. Adam konnte man während der Kopulierung paarweise gruppierte Insekten bemerken, meistens mehrere Männchen um ein Weibchen."

Nach meinen Beobachtungen an *I. tenuicerca* in den Wäldern von Sinekli und an *I. amplipennis* im Laboratorium sammeln sich die Tiere vor der Begattung in Gruppen und ordnen sich paarweise. Es kam also auf ein Weibchen nur je ein Männchen. Die Partner befanden sich dicht nebeneinander und betasteten gegenseitig ihre Fühler oder saßen ruhig da. Ihre Körper lagen parallel, die Köpfe entweder beide auf der gleichen Seite und auf genau gleicher Höhe oder auf der entgegengesetzten Seite. Solche Gruppenansammlungen von Männchen und Weibchen fallen vor dem Beginn der ersten Begattung auf und sind ein Anzeichen dafür, daß die Paarungszeit bald beginnen wird.

3. *Begattungszeit*

Nach den in den Wäldern von Sinekli in der letzten Mai-Woche des Jahres 1951 angestellten Beobachtungen beginnt die Zeit für die Begattungen um 17 Uhr und dauert bis 20.30, zumeist aber finden dieselben zwischen 18 und 19 Uhr, d. h. 1–2 Stunden vor Sonnenuntergang statt. Ständige Beobachtungen im Jahre 1952 bestätigten dies. Gelegentlich wurden Begattungen allerdings auch zwischen 16 und 17 Uhr beobachtet.

Im Laboratorium trennte ich einmal 5 Paare von *I. amplipennis*, die ab

17.30 Uhr zum ersten Male aufzusitzen begonnen hatten, voneinander, da es bis 20.30 zu keiner Begattung gekommen war, und setzte die Männchen am folgenden Tag um 11 Uhr abermals neben die Weibchen. Nun begatteten sich 2 Paare sogleich um 11.45, beim 3. Paar erfolgte die Begattung um 16 Uhr, beim 4. um 16.45 und beim 5. um 17.20. 2 weitere Paare saßen um 14.00 auf. Beim 1. Paar erfolgte die Begattung um 15.30, beim 2. um 20.10.

Um die Begattung zu der in der Natur erfolgenden Zeit vornehmen zu lassen, wurden schließlich die Männchen jeden Tag um 16 Uhr neben die Weibchen gesetzt und um 23 Uhr fortgenommen. Die Feststellungen über 43 an mehreren Tagen beobachtete Begattungen hatten folgendes Ergebnis:

Intervall von:	17.30–18	18–18.30	18.30–19	19–19.30	19.30–20	20–20.30	20.30–21	21–21.30	21.30–22	22–22.30	22.30–23
Zahl des Begattungsaktes:	2	2	3	2	6	7	5	8	1	4	3

Man ersieht daraus, daß der Begattungsakt hauptsächlich zwischen 19.30 bis 21.30 stattfand.

4. Die Dauer der Begattung

Von dem Augenblick, an dem das Männchen mit den Cerci die Legeröhre erfaßt, bis zum Erscheinen der Spermatophore währt es 7–8 Sekunden. Vom Erscheinen der Spermatophore bis zu ihrer vollkommenen Ausbildung vergehen 30–32 Sekunden. Die gleiche Feststellung wurde 1951 in den Wäldern von Sinekli bei *I. tenuicerca* gemacht. Die Dauer der Begattung betrug hier insgesamt 40 Sekunden.

5. Zur Phänologie der Begattung

Im Freien: Die ersten Begattungen wurden im Freien 10 Tage nach dem Auftreten der ersten männlichen Imago am 22. 4. 1952 beobachtet. In der Hauptsache erfolgte sie hier im ersten Maidrittel.

Im Laboratorium: Methode: Die Männchen und die Weibchen wurden täglich um 16 Uhr zusammengebracht und um 23 Uhr getrennt. Den Weibchen wurden gleichalte Männchen zugeführt. Vom 18. 5. 1954 an wurden 17 Paare ständig in Schalen mit Deckeln (9,4 cm Durchm., 5 cm Tiefe) gehalten. Die Ernährung erfolgte mit Löwenzahn. 10 von ihnen wurden im Laboratorium (durchschnittliche Tagestemperatur 17° C) und 7 im Klimaprüfschrank (25° C) gehalten; die vergleichende Untersuchung hatte folgende Ergebnisse:

a. die Paare im Laboratorium begatteten sich zumeist am 10. Tage nach der Imaginalhäutung, die im Klimaprüfschrank befindlichen am 7. und 8. Tage.
b. von den im Klimaprüfschrank gehaltenen Paaren begannen 1 Paar am 4., 3 Paare am 5. und 3 Paare am 6. Tage nach der Imaginalhäutung aufzusitzen und wiederholten dies allabendlich. Während sich 3 Paare bereits im Klimaprüfschrank begattet hatten, zeigten sich die restlichen 4 Paare an den ersten 2 Tagen, an denen das Aufsitzen beobachtet wurde, sehr begattungslustig, ohne daß eine Kopula erfolgte. Am 4. Tage wurden die Schalen ab 17.30 Uhr unter Laboratoriumstemperatur gesetzt, worauf sich alle 4 Paare um 22 Uhr begatteten.

Bastardierungen zwischen *amplipennis* und *pavelii* kamen nicht zustande.

d. Eiablage

1. Vorgang der Eiablage

Das Weibchen, das Eier abzulegen hat, baumt ab, wandert umher und betastet den Erdboden bis es einen geeigneten Platz gefunden hat. Manchmal probiert es den Platz mit der Legeröhre aus und wechselt ihn, wenn er ihm nicht zusagt. Meist liegen geeignete Plätze in der Nähe der Bäume oder der Büsche von *Erica, Calluna* und *Cistus*. Das Weibchen trachtet, sich unter die aus abgefallenen Blättern und dergl. bestehende Pflanzendecke des Erdbodens zu begeben, und die Eiablage im verborgenen zu vollziehen. Sobald es einen geeigneten Platz zur Eiablage gefunden hat, nimmt es eine charakteristische Stellung ein, bei der es sich so stark krümmt, daß der nach abwärts gerichtete Kopf an den sich in die Erde bohrende Legeröhre zu liegen kommt, dessen Basis zwischen die Mandibeln genommen wird, um beim Bohren eine Führung herzustellen. Diese Stellung und der Vorgang der Eiablage sind genauso, wie sie Chopard (1938) unter Berufung auf Berenguier (1907) und Cappe de Baillon (1919 u. 1920) für *I. pyrenea* geschildert hat. Das Weibchen sticht seine Legeröhre etwas in die Erde und beginnt in derselben ein Loch zu bohren, in dem es seine Ventral- und Dorsalgonapophysen bewegt. So dringt die Legeröhre immer tiefer ein. Wenn die Eiablage vollzogen ist, zieht es die Legeröhre ganz langsam aus der Erde und schichtet auf die Stelle des Geleges Erde, die es zuvor befeuchtet hat. Nach der Eiablage verläßt das Weibchen die Stelle, an der es sich verborgen hatte. Entfernt man die vertrockneten Blätter und untersucht man den Ort der Eiablage unmittelbar danach, erkennt man ihn an einem kleinen feuchten Kreis an der Erdoberfläche. Die Eier liegen nebeneinander senkrecht mit dem Vorderpol nach oben, hängen jedoch nicht miteinander zusammen. Sie sind durch eine hautdünne Erdschicht voneinander getrennt. Ihre Gesamtheit stellt einen Klumpen dar. Wenn dieser austrocknet, wird er hart und es ist dann sehr schwierig, die Eier von der anhaftenden Erde zu reinigen, weil das Weibchen den Erdklumpen mit den Eiern durch Befeuchten mit einer klebrigen Flüssigkeit geformt hat.

Im Freien liegen die Eier $^1/_2$–1 mm unter der Erdoberfläche. Im Laboratorium wurden die Eier in Erde mit fester Oberfläche, deren natürliche Struktur erhalten geblieben war, in die gleiche Tiefe, dagegen in Erde, die ihre natürliche Struktur verloren hatte, d. h. zerkrümelt war, 10 mm unter die Erdoberfläche gelegt. Die Eiklumpen erreichten stets den Boden der 15 mm tiefen Schachteln. Wenn in eine Schachtel Wurzelteile gelegt wurden, wurden stets die sie umgebenden Erdpartien bevorzugt, da sie mehr Widerstand leisten. In diesem Falle lagen die Eier näher der Erdoberfläche. In sehr trockener Erde sowie in sehr feuchter Erde erfolgt keine Eiablage. Sie wird nur in sandiger und lehmiger Erde mit entsprechendem Feuchtigkeitsgehalt vorgenommen. Aus all diesen Beobachtungen folgt, daß bei der Eiablage nicht die Art der Erde, sondern ihr Widerstand und ihre Feuchtigkeit eine wichtige Rolle spielen. Auch Cappe de Baillon (1919) bemerkte dies:

„Wir dürfen auch nicht vergessen, daß die Außenwand des Organs (der Legeröhre) und vor allem seine Spitze zahlreiche Fühlhaare enthält. Gibt dies den vorerwähnten Vorbereitungshandlungen nicht den Wert einer richtigen Erforschung mit dem Zwecke, dem die Eier ablegenden Tier Kenntnis vom Festigkeitsgrad des Bodens zu geben?"

Bemerkenswert ist der Umstand, daß *I. pavelii* bei der Eiablage viel wählerischer in bezug auf die Bodenbeschaffenheit zu sein scheint, als *I. amplipennis*.

2. Zeit der Eiablage

Im Freien: Nach den in den Wäldern von Sinekli (1. 6. 1951) vorgenommenen Beobachtungen begannen die Weibchen von *I. tenuicerca* von 19 Uhr an mit dem Abbaumen. Besonders um 19.45 war eine auffallende Zunahme der von den Bäumen herabkommenden Tiere zu bemerken. Bei den im gleichen Gebiet vom 15. 5.–1. 6. 1952 angestellten Beobachtungen sah man Weibchen, die zwischen 17 und 19 Uhr mit der Eiablage begannen.

Im Laboratorium: Zwecks Anpassung an die Ablegezeit in der Natur wurde den Weibchen von *I. amplipennis* die Erde täglich um 15 oder 16 Uhr hingestellt und um 22 Uhr fortgenommen. Die so am 28. 5.–1.7. 1953 gemachten 75 Feststellungen zeigen folgendes Ergebnis:

Intervall von:	16–16.30	17–17.30	18–18.30	19–19.30	20–20.30	21–21.30
Zahl der Eiablagen:	2	9	9 15	8 8	2 10	5 7

Man sieht, daß die Eiablage meistens zwischen 17 und 20.30 Uhr erfolgt, was den 1952 in der freien Natur gemachten Beobachtungen entspricht. Bezüglich *I. pavelii* konnten 4 Beobachtungen gemacht werden; die Weibchen begannen um 14.30, 17.30, 18.20 und 21.15 mit dem Ablegen der Eier.

3. Zur Phänologie der Eiablage

Im Freien: In den Wäldern von Sinekli wurden erstmalig am 15. 5. 1952 zwei Weibchen von *I. tenuicerca* beobachtet, die um 18.30 mit der Eiablage begannen. An den folgenden Tagen stieg die Zahl der ihre Eier ablegenden Weibchen immer mehr an.

Im Laboratorium erfolgte die Eiablage bei Temperaturen um 20° C hauptsächlich 13–15 Tage nach der Imaginalhäutung, bei 25° C nach 8 bis 10 Tagen.

Von unter Laboratoriumsbedingungen untersuchten 5 Weibchen von *I. pavelii* schritten eines am 17. Tag nach der letzten Häutung und 4 am 26. Tage nach dieser zur Eiablage.

4. Dauer der Eiablage

Im Freien: Bei 6 an *I. tenuicerca* vorgenommenen Untersuchungen zeigte sich, daß die Eiablage rund 1 Stunde dauerte.

Im Laboratorium dauerte sie im Mittel 68 Minuten (Min. 40, Max. 120 Minuten).

e. Untersuchungen über Wiederholung von Eiablage und Begattung

Im Zuge der im Laboratorium vorgenommenen Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Weibchen von *I. amplipennis* 4–8mal, im Durchschnitt 6–7mal Eier ablegen. Die Begattung wurde bis zu 6mal wiederholt. Doch ist dies nicht Voraussetzung für Wiederholung der Eiablagen; auch bei einmaliger Begattung kam es zu 4 Gelegen und mehr.

Was die 1954 an *I. amplipennis* gemachten Beobachtungen betrifft, so bestätigten sie im wesentlichen die obigen Ergebnisse.

f. Anzahl der Eier in den Gelegen und Gesamtzahl

1951 wurden in den Wäldern von Sinekli drei und 1952 ebendort vier Klumpen der Erde entnommen, von denen jeder 6 Eier von *I. tenuicerca* enthielt.

Im Laboratorium betrug die Anzahl der in einem Klumpen von *I. amplipennis* enthaltenen Eier 2–15. Im Mittel lag sie bei 14 Stück. Die *Eizahlen* je Weibchen lagen im Mittel von 530 Zählungen bei 44 Eier (Min. 32, Max. 54). Ein Weibchen von *I. pavelii* legte 34 Eier.

Über die *Isophyen* schreibt Bey-Bienko (1954): „die Frage der Fruchtbarkeit ist nicht genügend erforscht. Nach den Angaben von Mokrzecki (1912) legt das Weibchen von *I taurica* Br. w. 30–35 Eier."

g. Schadfraß

Die drei untersuchten *Isophya*-Arten können Kahlfraß verursachen.

Buntschev (1891) schreibt darüber: „Die Insekten befallen die zarten Knospen und fressen sie in der Mitte an, um dann das ganze Innere auszuleeren, so daß die äußere Form der Knospe erhalten bleibt. Jede Knospe wird gewöhnlich von einem einzigen Insekt angefressen. Ich fand keinen Fall, wo sie von mehreren Insekten befallen worden wäre. Manche Bäume werden ganz kahl gefressen. Gewöhnlich aber bleiben ein Drittel, ja oft die Hälfte der Knospen an jedem Baum gesund, denn während die Insekten an einem Teile der Baumknospen nagen, gelangt der andere Teil derselben zur vollen Entwicklung. Sind die Knospen aufgezehrt, so werden auch die bereits entwickelten Blätter nicht geschont und die Bäume in kurzer Zeit vollständig kahl gefressen, so daß der ganze Wald ein winterliches Aussehen bietet." Ferner Georgescu (1930): „Kahlfraß ist in reinen Zerreichenbeständen und in jüngeren Niederwäldern zu beobachten."

Die gleiche Erscheinung beobachtete ich in den Eichenniederwäldern von Ostthrazien, in denen *I. tenuicerca, I. amplipennis* und *I. pavelii* massenhaft auftreten. Der von den besprochenen *Isophyen* angerichtete Schaden besteht nicht nur in der großen Zahl der von ihnen verzehrten Blattknospen und Blätter, er umfaßt auch den durch das Anfressen bedingten starken Blatt- und Triebfall. Unter den Bäumen liegen meist Triebe mit entwickelten Blättern, zahlreiche Blattreste und Heuschreckenkot in großen Mengen. Die Bäume machen dadurch den Eindruck, als wären sie frisch beschnitten. Der Fraß erstreckt sich vom Beginn des Öffnens der Blattknospen bis zum Massensterben der Imagines (1951 bis zum 18. 6.). Die blätterlosen Wälder sind braun und sehen wie verbrannt aus. Mitunter bleiben noch grün gebliebene Gruppen stehen. Sie bestehen aus *Q. petraea*, Buchen *(F. orientalis)* und Weißbuchen, deren Blätter die Heuschrecken nicht gerne fressen.

1. Fraßpflanzen

Bisherige Beobachtungen im Freien liegen vor von: Buntschev (1891) „Eichen (*Q. pedunculata* Ehrh.)"; Stateloff (1931) „*Quercus* sp., *Carpinus betulus* L., *Crataegus* sp., *Acer campestre, Tilia* sp., *Fraxinus* sp., *Rosa* sp., etc. . . . . *Onopordon acanthius* L., *Agrostema gitago, Chenopodium* sp., *Agrostis rupestris* Tll., *Helleborus odorus* W. K. etc. . . . Die Blätter und die Knospen von *Prunus* sp. *Pyrus communis* etc. . . . *Vitis vinifera, Sesamum orientale, Gossipium herbaceum, Nicotiana tabacum* etc."; Tschorbadjeff (1936) „Die Blätter von Waldbäumen, besonders von jüngeren. Am häufigsten befällt sie Eichen und bevorzugt dabei *Quercus cerris*, ferner Weißbuche, Feldahorn, Buche, Linde, Esche, Weißdorn, Heckenrose, Obstbäume (Birne und Pflaume). Von anderen Kulturpflanzen frißt sie Wein, u. zw. die ganzen Reben, die Blätter und die Knospen, Tabak, Baumwolle, Sesam und andere Pflanzen."; Georgescu (1930) „*Quercus*-Arten (besonders Zerreiche), Feldahorn, Linde, Ulme, Birne und Apfelbäume etc. Sie meiden *Rhus cotinus* und teilweise *Acer tartaricum, Cornus mas, Viburnum lantana, Prunus spinosa* und *Crataegus*. In den Feldern verursachen sie Schaden an der Weinrebe, den Bohnenarten, dem Mais, dem Raps, der Luzerne und an den Zuckerrüben-Kulturen, sehr selten an Gramineen, nämlich an der Gerste."

Nach eigenen Beobachtungen fressen alle 3 *Isophya*-Arten vor allem Blattknospen und Blätter von Q. *conferta* Kitt. (türkisch: „Karameşe", was Schwarzeiche bedeutet). Ferner wurde festgestellt, daß sie die Blätter von Weißbuchen, Ahorn, Eschen, Linden, Wildbirnen und Wildäpfeln sowie die Nadeln von *Erica* sp. und *Calluna* sp. befressen. Nach Mitteilungen von Bauern fressen alle 3 *Isophyen* auch Blätter und Blattknospen von Sonnenblumen, Bohnen, Wassermelonen, Zuckermelonen, Kürbis, Linsen, Rüben, Gurken, Kartoffeln, Platterbsen und ähnlichen Pflanzen, auch in deren frühesten Entwicklungsstadien sowie die jungen Triebe von Weinstöcken.

b. Laboratoriumsversuche über die Nährpflanzen

Im Anschluß an die Untersuchungen Kurirs (1953) beim Schwammspinner führte ich entsprechende für mein Objekt durch.

Material: Für die Untersuchungen wurden verschiedene Pflanzen aus dem botanischen Garten und dem Versuchsgarten der Hochschule für Bodenkultur in Wien, dem Türkenschanzpark, dem Schönbrunner-Park und dem botanischen Garten der Universität Wien beschafft. Die Untersuchung wurde an 279 Pflanzenarten vorgenommen. Schwierigkeiten bereitete die Beschaffung von Pflanzen aus dem Mittelmeergebiet.

Auffallend bei diesen Untersuchungen war, daß auch bei Heuschrecken, die nicht fraßen, in den Zuchtgefäßen viel Kot (16–32 Stück) gefunden wurde, der meist kleiner und trockener war. Man darf aus der Kotmenge allein also nicht darauf schließen, daß die Tiere von den ihnen verabreichten Pflanzen gefressen haben, man muß daher für diese Versuche unbeschädigte ganze Blätter verwenden und an ihnen die abgefressenen Teile berücksichtigen. Die systematische Anordnung der Pflanzenarten und Pflanzenfamilien wurde nach Wettstein (1935) vorgenommen. Die Namen der Pflanzenarten wurden nach neuer Literatur geändert.

Das Ergebnis der vom 4. 5. 1954 bis zum 20. 6. 1954 dauernden Untersuchungen ist folgendes:

1. Pflanzenarten, die von I. amplipennis stark befressen werden

Pteridophyta: (Polypodiaceae) *Dryopteris Filix-mas* (L.) Schott.; *Pteris cretica* L.

Gymnospermae: (Cephalotaxaceae) *Cephalotaxus Harringtonia* (Farbes) K. Koch, (Cupressaceae) *Thuja gigantea* Nutt.; *T. occidentalis* L.; *Juniperus communis* L.; *Biota orientalis* (L.) Endl.; (Abietaceae) *Pinus Wallichiana* Jackson; *Picea excelsa* (Lam.) Link; *P. orientalis* (L.) Link; *P. pungens* Engelm.; *P. omorika* (Pancic) Purkynie; *P. Engelmanni* (Parry) Engelm.; *P. pungens* Engelm. var. *glauca* Beissner, *Abies cephalonica* Link.; *A. alba* Mill.; *A. Nordmanniana* (Steven) spach, *Larix sibirica* Ledeb.; *L. dahurica* Turcz.; *L. leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Murr., *Tsuga americana* (Mill.) Farwell (= *T. canadensis* (Michx.) Carr.), *Pseudotsuga Menziesii* (Mirbel) Framco, *Cedrus atlantica* Man. var. *glauca* hort.; *C. deodora (Roxb.)* Loud.

Angiospermae: (Betulaceae) *Corylus Avellana* L. var. *atropurpurea* hort.; *C. Colurna* L.; *C. rostrata* Ait.; *C. americana* Walt.; *Carpinus betulus* L., *Betula verrucosa* Ehrh. (B. alba L.); *B. pubescens* Ehrh.; *B. carpatica* Willd., *Alnus glutinosa* (L.) Gartn.; *A. incana* (L.) Moench; *A. viridis* (Chaix) Lam. et DC., *Ostrya carpinifolia* Scop., (Fagaceae) *Fagus silvatica* L.; *F. orientalis* Lipsky, *Castanea sativa* Mill., *Quercus robur* L. *(Q. pedunculata); Q. petraea* (Mattuschka) Lieblein *(Q. sessiliflora Salisb.); Q. pubescens* Willd.; *Q. Cerris* L.; *Q. dentata* Thunb.; *Q. pseudoturneri* C. K. Schneid.; *Q. lusitanica* Lam. (junge Blätter), (Juglandaceae) *Juglans regia* L.; *J. nigra* L., *Carya alba* (Michx.) Nutt.; *C. amara* (Michx.) Nutt.; *C. sulcata* (Pursh) Nutt., (Salicaceae) *Salix purpurea* L.; *S. viminalis* L.; *S. aurita* L.; *S. caesia* Vill.; *S. caprea* L.; *S. acutifolia* Willd.; *S. triandra* L.; *Populus alba* L.; *P. tremula* L.; *P. deltoides* Marsh., (Moraceae) *Morus nigra* L.; *M. alba* L., *Ficus carica* L., (Cannabaceae) *Humulus lupulus, Cannabis sativa* L., (Ulmaceae) *Ulmus campestris* L.; *U. effusa* Willd.; *U. scabra* Mill., *Celtis australis* L.; *C. occidentalis* L., (Polygonaceae) *Fagopyrum*

sagittatum Gilib., (Chenopodiaceae) *Beta vulgaris* L., (Euphorbiaceae) *Andrachne colchica* Fisch. et Mey., (Buxaceae) *Buxus sempervirens* L. (Hamamelidaceae) *Liquidambar styraciflua* L., (Magnoliaceae) *Magnolia denudata Lam., Liriodendron tulipifera* L., (Calycanthaceae) *Calycanthus occidentalis* Hook. et Arn., (Lauraceae) *Laurus nobilis* L., (Ranunculaceae) *Clematis tubulosa* Turcz., *Eranthis hiemalis* (L.) Salisb., *Aconitum variegatum* L., (Berberidaceae) *Berberis vulgaris* L.; *B. Thunbergi* DC., *Mahonia aquifolium* Nutt., (Curiciferae) *Armoracia rusticana* G. M. Sch., *Brassica oleracea* L., *Sinapis alba* L., *Iberis gibraltarica* L., (Cistaceae) *Cistus villosus* L., *Helianthemum appenninum* (L.) Mill., (Tamaricaceae) *Tamarix africana* Poir., (Crassulaceae) *Sedum spurium* M. Bieb.; *S. spectabile* Bor., (Saxifragaceae) *Ribes sanguineum* Pursh; *R. petraeum* Wulf.; *R. aureum* Pursh; *R. Gordonianum* Lem.; *R. alpinum* L.; *R. Grossularia* L., *Philadelphus coronarius* L., (Rosaceae) U. F. Spiraeoideae: *Spiraea trilobata* L., U. F. Rosoideae: *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Fragaria grandiflora* Ehrh.; *F. Vesca* L., U. F. Pomoideae: *Amelanchier ovalis* Med., *Cotoneaster tomentosa* (Ait.) Lindl.; *C. integerrima* Med., *Crataegus oxyacantha* L.; *C. monogyna* L., *Cydonia oblonga* Mill., *Mespilus germanica* L., *Crataegomespilus Dardari* Simon-Louis; *C. Asnieresi* C. K. Schn., *Pirus amygdaliformis* Vill., *P. communis* L. ssp. *sativa* (Lam. et DC) i A. et G., *Malus silvestris* Mill.; *M. baccata* Borkh.; *M. ioensis* Britt.; *M. domestica* Borkh.; *M. spectabilis* Borkh., *Sorbus aucuparia* L.; *S. torminalis* (L.) Cr.; *S. domestica* L.; *S. Aria* (L.) Cr., U. F. Prunoideae: *Prunus amygdalus* Batsch; *P. Persica* (L.) Batsch; *P. Cerasus* L.; *P. Mahaleb* L.; *P. laurocerasus* L., *P. insititia* Juslen; *P. armeniaca* L.; *P. cerasifera* Ehrh.; *P. fruticosa* Pall., (Leguminosae) *Laburnum alpinum* (Mill.) Presl; *L. anagyroides* Med., *Gleditschia triacanthos* L., *Halimodendron halodendron* Voss, *Caragana arborescens* Lam.; *C. spinosa* DC., *Robinia Pseudo-Acacia* L., *Colutea arborescens* L., *Cercis siliquastrum* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Onobrychis viciaefolia Scop. Cicer arietinum* L., *Lens culinaris* Med., *Pisum sativum* L. subsp. *hortense* (Neilr.) A. et G, *Glycine soja* (L.) Sieb. et Zucc., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Medicago sativa* L., *Cytisus canariensis* Kuntze, *Ceratonia siliqua* L., (Eleagnaceae) *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippophae rhamnoides* L., (Punicaceae) *Punica granatum* L., (Tiliaceae) *Tilia cordata* Mill.; *T. platyphyllos* Scop., (Linaceae) *Linum usitatissimum* L., (Cneoraceae) *Cneorum tricocum* L., (Rutaceae) *Citrus medica* L., *Ruta graveolens* L., (Simarunaceae) *Ailanthus glandulosa* Desf., (Anacardiaceae) *Pistacia Lentiscus* L., *Rhus typhina* Torner; *R. toxicodendron* L., *Cotinus coggygria* Mill., (Aceraceae) *Acer Pseudo-Platanus* L., *A. platanoides* L., *A. negundo* L., *A. carpinifolium* Sieb et Zucc., *A. dasycarpum* Ehrh., (Hippocastanaceae) *Aesculus parviflora* Walt., (Aquifoliaceae) *Ilex aquifolium L., I. cassine* L., (Celastraceae) *Evonymus verrucosa* Scop.; *E. latifolia* (L.) Mill.; *E. europaea* L., (Staphyleaceae) *Staphylea colchica* Stev., (Rhamnaceae) *Rhamnus fragula* L.; *R. cathartica* L.; *R. alaternus* L., (Vitaceae) *Vitis vinifera* L., (Cornaceae) *Cornus mas* L.; *C. sanguinea* L., (Araliaceae) *Hedera Helix* L., (Umbelliferae) *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym., *Daucus carota* L., (Ericaceae) U. F. Arbutoideae: *Arbutus andrachne* L.; *A. unedo* L., U. F. Ericoideae: *Erica arborea* L.; *E. mediterranes* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull., (Ebenaceae) *Diospyros virginiana* L., (Solanacaea) *Capsicum annum* L. var. *Neusiedler-Ideal, Solanum tuberosum* L.; *S. lycopersicum* L., *Lycium halimifolium* Mill., *Datura Stramonium* L., *Nicotiana Tabacum* L., (Scrophulariaceae) *Digitalis purpurea* L. var. *gloxiniaeflora,* (Acanthaceae) U. F. Acanthoideae: *Acanthus montanus* T. Anders (alte Blätter), *Justicia (Adhatoda) J. Betonica* L., *Aphelandra aurantiaca* Lindl., *Ruellia amoena* Nees; *R. ciliosa* Pursh, *Jacobinia suberecta* Andre; *J. carnea* Nichols; *J. Spicigera* (Schlecht.) Bayl., *Strobilanthes isophyllus* T. Anders, U. F. Thunbergioideae: *Thunbergia grandifolia* Roxbg. (= *T. laurifolia* Lindl.), *Dipteracanthus squarrosus* Fenzl, *Eranthemum seticalyx* C. B. Clarke, (Verbenaceae) *Vitex agnus-castus* L., *Lippia citriodora* Kunth, (Labiatae) *Teucrium chamaedrys* L.; *T. Marum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula officinalis* Chaix, (Asclepiadaceae) *Cynanchum adriaticum* Beck, (Oleaceae) *Fraxinus Ornus* L.; *F. excelsior* L., *Syringa Giraldi* Spr., *S. persica* L.; *S. vulgaris* L., *Forsythia suspensa* Vahl, *Ligustrum vulgare* L., *Jasminum nudiflorum* Lindl., *Olea europea* L., *Phillyrea media* L., (Caprifoliaceae) *Sambucus nigra* L.; *S. racemosa* L., *Lonicera caprifolium* L.; *L. tatarica* L.; *L. alpigena* L.; *L. xylosteum* L.; *L. coerulea* L., *Viburnum tinus* L.; *V. Lantana* L.; *V. Opulus* L., *Symphoricarpus racemosus* Michx.; *S. Chenaultii* Rehd., (Cucurbitaceae) *Cucurbita pepo* L., *Cucumis sativus* L.; *C. melo* L., (Compositeae) *Helianthus annuus* L., *Centaurea regusina* L., (Liliaceae) *Allium porrum* L.; *A. ascalonicum* L., *Ruscus aculeatus* L., *Smilax aspera* L., (Juncaceae) *Luzula silvatica* (Huds.) Gaud.; *L. albida* (Hoffm.) DC., (Cyperaceae) *Carex digitata* L.; *C. pilosa* Scop.; *C. alba* Scop.; *C. montana* L.; *C. silvatica* Huds., (Gramineae) *Poa nemoralis* L., *Festuca heterophylla* Lam., *Dactylis glomerata* L., *Triticum aestivum* L., *Secale cereale* L., *Hordeum vulgare* L., *Avena sativa* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth; *C. arundinacea* (L.) Roth, *Zea mays* L., *Sesleria varia* (Jacq) Wettst.

2. Pflanzenarten, die von I. amplipennis und I. pavelii nur wenig benagt oder nicht angenommen werden

Fam. Ginkgoaceae, *Ginkgo biloba* L., Fam. Cephalotaxaceae, *Cephalotaxus drupacea* Sieb et Zucc.; Fam. Taxaceae, *Taxus baccata* L. Frische Nadeln wurden an ein Männchen und ein Weibchen von *I. amplipennis* verabreicht; Fam. Fagaceae, *Q. ilex* und *Q. lusitanica;* Fam. Solanaceae, *Atropa belladonna* L.; Fam. Acanthaceae, *Acanthus mollis* L., *A. longifolius* Poir., *A. spinosus* L. und *A. montanus* T. Anders.

Ergebnisse der Untersuchungen: Die besprochenen *Isophyen* sind ausgesprochen polyphag. Da die Heuschrecken die harten Blätter von *Q. ilex* nicht fraßen, zarte Blätter jedoch nicht beschafft werden konnten, müssen hier weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Während die Tiere die harten Blätter von *Q. lusitanica* nicht fraßen, nahmen sie die zarten Blätter an. Das gleiche wurde bei *Q. petraea* festgestellt. Offenbar liegt also hier der Grund dafür, daß alte Blätter nicht gefressen werden, in deren mechanischer Struktur. Dagegen fraßen sie die lederartigen, aber anscheinend nicht so harten Blätter von *Prunus laurocerasus, Laurus nobilis, Phylliria media, Arbutus unedo* und ähnlichen Hartlaub-Pflanzen. Die Heuschrecken fraßen die ihnen nach den Gymnospermae, von denen sie nur *Larix* gefressen hatten, gereichten Angiospermae anscheinend mit großem Appetit. Für das Nichtgefressenwerden der Gymnospermae dürfte neben der chemischen Zusammensetzung der Nadeln auch ihre Struktur eine Rolle spielen.

Da die Blätter der übrigen von den Heuschrecken nicht gefressenen Pflanzen sehr weich sind, ist anzunehmen, daß chemische Stoffe eine Rolle spielen, die in diesen Blättern enthalten sind.

Aus den von Wehmer (1929–1935) gegebenen Analysen ist zu ersehen, daß die Giftmenge bei ein und derselben Art nach Standort, Alter, Dürre oder Saftigkeit, Jahreszeit usw. wechselt. Während im Laufe der Untersuchungen die Heuschrecken die harten und alten Blätter von *Acanthus montanus* anstandslos fraßen, lehnten sie dessen frische Blätter ab.

Andererseits zeigen von Beckers (1924) nach der Injektionsmethode an Feldheuschrecken vorgenommene Untersuchungen, daß die Giftwirkungen verschiedener Alkaloide in bestimmten und unterschiedlichen Mengen verschieden sind.

i. Laboratoriumsversuche über die Menge der gefressenen Blattknospen und Blättchen

Material: *Q. cerris* (aus dem botanischen Garten der Hochschule für Bodenkultur).

Methode: Die Blattknospen oder Blättchen an den frisch abgebrochenen dünnen Zweigen wurden vor dem Versuch gezählt und nach 24 oder 48 Stunden die gefressenen Mengen festgestellt. Da die Zeit vom Anschwellen der Blattknospen bis zu ihrem Aufgehen und der Entfaltung der Blätter kurz ist, wurden die Untersuchungen an den Blattknospen nur vom 5. 5. bis zum 12. 5. 1954 und jene an den Blättchen vom 13. 5. bis zum 18. 5. 1954 vorgenommen. Zu diesen Untersuchungen wurde *I. amplipennis* herangezogen.

Die Weibchen fressen mehr als die Männchen. Durchschnittlich frißt in 24 Stunden ein Männchen 7 und ein Weibchen 12,5 Blattknospen von *Q. cerris.* Ähnlich liegen die Verhältnisse für den Blattfraß: je Männchen wurden im Mittel (aus 11 Individuen) 7 Blätter und je Weibchen im Mittel (aus 13 Individuen) 14 Blätter von *Q. cerris* verzehrt. Der Hauptschaden wird stets durch den Knospenfraß angerichtet.

k. Laboratoriumsversuche über die Fraßfläche

Das Ergebnis (aus 20 ♂♂ + 20 ♀♀) eingehender Untersuchungen über diese Frage ist in den beiden folgenden Tabellen zusammengefaßt:

Tabelle 17

Mittlere tägliche Fraßfläche der Larven und Imagines und größte tägliche Fraßfläche der Imagines (Häutungstage nicht mitgerechnet) in cm²

Pflanzenart	Larven 4. Stadium Männ.	Weib.	Larven 5. Stadium Männ.	Weib.	Imagines Männ.	Weib.	größte tägliche Fraßfläche Männ.	Weib.
Q. robur	7,5	8,5	12,4	14	16	24	48,5	58
T. americana	–	7	–	12	15,7	15,7	39	48

Tabelle 18

Tägliches Fraßflächenmittel und größte tägliche Fraßfläche eines Exemplares mit Ausnahme der Häutungstage unter Berücksichtigung sämtlicher bei der Untersuchung verwendeter Larven und Imagines in cm²

Pflanzenart	Larven 4. Stadium Männ.	Weib.	Larven 5. Stadium Männ.	Weib.	Imagines Männ.	Weib.	größte tägliche Fraßfläche Männ.	Weib.
Q. robur	7,6	7,4	14	13,7	14,4	24	43	72,5
T. americana	–	6	9,5	10,6	13,7	16,6	47,5	60

Daraus ergibt sich folgendes: 1. Am meisten frißt die Imago. 2. Die stärkste Freßlust herrscht in den ersten 6–8 Tagen nach der letzten Häutung. 3. Die Fraßmenge ist bei den weiblichen und den männlichen Larven gleich, dagegen frißt die weibliche Imago mehr als die männliche. 4. Von härteren Blättern wird sehr wenig gefressen. 5. Fast alle bei der Untersuchung verwendeten Männchen verzehren nach einigen Tagen stärksten Fraßes im Anschluß an die letzte Häutung durch 24 Stunden entweder überhaupt nichts oder nur ganz wenig, etwa 1–2 cm², worauf sie an den folgenden Tagen mit dem normalen Fressen fortfahren. Nach dem Fasttag erreicht die Kurve einen zweiten Höhepunkt, um dann wieder zu sinken. Diese Fasttage fallen bei den mit Blättern von *Q. robur* genährten Individuen auf den 10., 15., 16., 17. und 23. Tag nach der letzten Häutung, bei einem Exemplar mit 2 Fasttagen auf den 5. und den 19. Tag.

Bei den Weibchen zeigt sich nach dem auf den stärksten Fraß folgenden Absinken der Fraßintensität zwar ein Wiederansteigen, doch kommt es nicht zu so ausgesprochenen „Fasttagen" wie bei den Männchen.

F. Der Massenwechsel

I. Gradationsgebiete

Die Gebiete (Eichenniederwälder), in denen sich die 3 *Isophya*-Arten bisher massenhaft vermehrt haben, liegen in Rumänien, in Bulgarien und in der Türkei.

Rumänien

Nach Georgescu (1930) im Cadrilater (das Gebiet fiel 1940 an Bulgarien zurück) und im Süden des Bezirkes Constanza. Nach ihm erstreckte sich die Verbreitung über Zehntausende von Hektaren, der Befall nahm die Form von Schwärmen verschiedenen Umfanges an.

Bulgarien

Nach Buntschev (1891): Wälder der Gemeinden Komarevo und Podvez 1000 bis 1500 ha (es handelt sich um zwei große Niederwaldkomplexe, davon der erste am Fuße des Bratovsky-Balkan, der zweite etwas südlich vom ersteren). Nach Stateloff (1931): Gebiete in den Bezirken Popovo, Provadia und Harmanlı. Nach Tschorbadjeff (1936): 1929 in Wäldern von Isperich bei Popovo; im Bezirk Preslav; im Bezirk Belensko; im Bezirk Suman; im Bezirk Vidini; im Bezirk Karnobat. Tschorbadjeff gibt für das Jahr 1930 Orte in Ost- und teilweise in Mittelbulgarien an.

Türkei

In Ostthrazien: Im Jahre 1929 östlich und besonders westlich des Fahrweges, der nahe dem Dorfe Alaton über den Kuştepe führt (Sinekli) und bei Evciler.

1935 bis 1938: Im mittleren Teil von Ostthrazien.

Nach amtlichen Angaben waren im Jahre 1947 bei den Dörfern Sinekli, Çayırdere, Sayalık, Danamandıra, Hallaçlı, Çerkezköy und Saray insgesamt 12 500 ha befallen; im Jahre 1948: Im Forstbetrieb Kırklareli die Försterei Keşirlik mit 830 ha. Im Jahre 1949 sollen in der Försterei Malkara *Isophyen* festgestellt worden sein.

Die Feststellungen, die ich selbst durch Begehung der Gebiete, Einzeichnung auf den zur Verfügung stehenden Forstbetriebskarten und Schätzungen auf Grund der Forstbetriebsberichte gemacht habe, ergaben für 1951 für das befallene Gebiet einen Umfang von 23 110 ha. Davon sind 3110 ha degradierter Niederwald, 20 000 ha Eichenniederwald. Von den ersteren gehört ein kleiner Teil dem Forstbetrieb Çatalca und ein großer Teil dem Forstbetrieb Kırklareli. Das ganze Gebiet kann in 3 Zonen eingeteilt werden:

1. Zone: Sie besteht aus den befallenen Wäldern der Förstereien Sinekli, Çerkezköy und Saray, die miteinander in Verbindung stehen; sie ist 35 km lang, 20 km breit und hat eine Fläche von 14 070 ha.

2. Zone: Sie besteht aus den befallenen Wäldern in den Förstereien Sergen, Kurudere, Dereköy und Süloğlu, die zum Teil miteinander in Verbindung stehen und zum anderen Teil nahe beieinanderliegen; sie ist 80 km lang, 20 km breit und hat eine Fläche von 9020 ha.

Der Abstand zwischen beiden Zonen beträgt 35–40 km, die dazwischenliegenden Wälder sind nicht befallen. Die hauptsächlich geschädigten Wälder liegen in der ersten Zone und sind die dichteren.

3. Zone: Sie besteht aus der Försterei Kemerburgaz bei Istanbul; der befallene Wald ist 20 ha groß. Sie steht mit den anderen Zonen nicht in Verbindung.

1952 waren insgesamt 4670 ha Wald noch von Heuschrecken befallen.

1953 betrug nach dem amtlichen Bericht die befallene Waldfläche in Sinekli, Dereköy und Çerkezköy 976 ha.

Obwohl im letzten Bericht nichts darüber erwähnt ist, bin ich überzeugt, daß sich auch im Walde von Kemerburgaz in den Jahren 1953 und 54 noch zahlreiche Heuschrecken befunden hatten.

In Anatolien: traten Massenvermehrungen noch nicht näher bestimmter

Isophya-Arten auf. 1951 in Eichenniederwäldern bei Adapazar und westlich der Straße Adapazar–Kandıra.

Nach den Unterlagen der Forstgeneraldirektion waren verschiedene Orte südlich von Adapazar (Geyve) mit rund 120 ha befallen.

1949 waren bei Kastamonu (Daday) rund 450 ha befallen.

1950 in diesem Gebiet 50 ha und 1951 der Eichenniederwald von Akılcalman bei Daday mit 5000 ha.

1948 waren bei Şebinkarahisar *Isophya*schäden unbekannten Ausmaßes gemeldet worden.

II. Höhenlage

Tschorbadjeff (1936) schreibt, daß die Heuschrecken 1932 in den Wäldern bei Zrebicko und Pestera in 800–900 m Seehöhe in Massen angetroffen worden seien.

Nach eigenen Feststellungen tritt *I. amplipennis* und *I. pavelii* in Massenvermehrung in Höhenlagen von 100 m (Kemerburgaz) auf, *I. tenuicerca* hingegen ist zwischen 140–727 m Seehöhe anzutreffen.

Die Gebiete, in denen diese Art den größten Schaden anrichtet und die Massenvermehrung am stärksten wird, liegen in einer Seehöhe von 140 bis 230 m.

III. Entstehung der Massenvermehrung und Klimafaktoren

Nach den amtlichen Angaben und eigenen Feststellungen begann die letzte Massenvermehrung von *I. tenuicerca* 1947. Verbreitung und angerichtete Schäden, die 1950 bereits stark zugenommen hatten, erreichten 1951 ihren Höhepunkt, um 1952 und 1953 rasch abzunehmen.

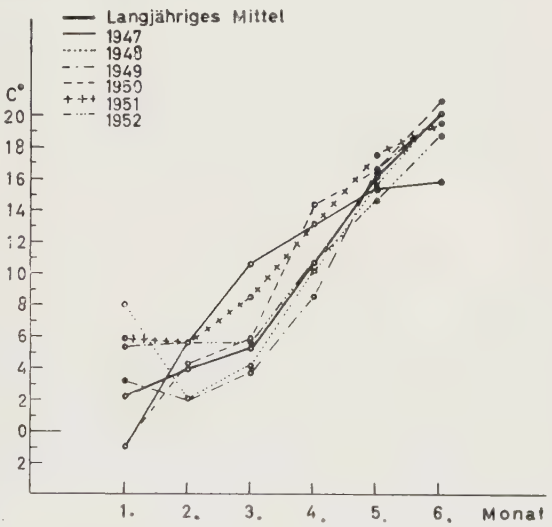

Abb. 41. Monatsmittel der ersten Jahreshälfte von 1947-1952 im Vergleich zum langjährigen Temperaturmittel von Çorlu

Über die Klimaverhältnisse in der fraglichen Zeit wurde ebenfalls eine Untersuchung angestellt. Unter den meteorologischen Stationen in Ostthrazien gibt es zwei, die dem erwähnten Massenvermehrungsgebiet sowohl durch ihre Seehöhe, als durch ihre Nähe am besten entsprechen. Die eine von ihnen ist die von Bahçeköy, in der die Beobachtungen jedoch erst ab 1947 (unvollständig) aufgenommen wurden, so daß für unsere Untersuchung nur die Angaben der zweiten Station, jener von Çorlu, benützt werden konnten. Diese in einer Höhe von 176 m gelegene Station ist vom Gebiet von Sinekli annähernd 35 km entfernt, ihre Beob-

achtungen begannen 1938. Die Monatsmittel der Temperatur und die Niederschlagssummen der ersten sechs Monate der Jahre 1947 bis 1951 sowie das langjährige (1938–1946) Mittel von Çorlu sind in den Klimagrammen (Abb. 41 und 42) wiedergegeben. Aus diesen Klimagrammen geht hervor, daß die Temperaturmonatsmittel für die Monate Februar, März und April des Jahres 1947 und 1951 sowie für die Monate März und April des Jahres 1950 über dem langjährigen Durchschnitt, die Regenmenge im April dagegen, besonders 1947, unter diesem liegt.

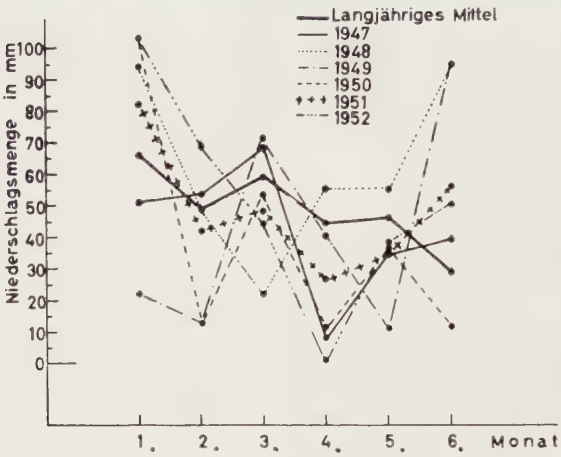

Abb. 42. Niederschlagsmengen der ersten 6 Monate von 1947 bis 1952 im Vergleich zu den langjährigen Monatsmitteln von Çorlu

Die Monate Februar, März und April sind gleichzeitig die kritische Zeit für *I. tenuicerca*, nämlich die Zeit der Schlüpfperiode, des ersten Larvenstadiums, der späteren Larvenstadien und der dazwischenliegenden Häutungen.

Demnach betragen für dieses Gebiet die Monatstemperaturmittel für die kritische Zeit im Februar 5,3° C, im März 8,5°–10,5° C und im April 13° C. Gleichzeitig ist in diesen Monaten und vor allem im April die Regenmenge gering. Dies alles bildet günstige Voraussetzungen für eine Massenvermehrung von *I. tenuicerca*. Auch 1939 und 1941 waren die Temperaturmittel für diese 3 Monate über dem langjährigen Durchschnitt und die Regenmengen im April gering, wie folgende Aufstellung zeigt:

Jahr	Februar		März		April	
	Temperatur °C	Regen in mm	Temperatur °C	Regen in mm	Temperatur °C	Regen in mm
1939	3,9	20	6,1	76	11,7	7
1941	7,4	64	6,7	9	13,1	38

Da Beobachtungen über die Vorkommensdichte der Heuschrecken in den Wäldern für diese Jahre leider nicht vorliegen, ist es nicht möglich, die vorbereitende Rolle dieser Jahre nachzuweisen. Das massenhafte Auftreten vom Jahre 1947 dauerte, obwohl die Witterungsbedingungen 1948 und 1949 nicht günstig waren, auch in diesen beiden Jahren an. Auf die Wiederkehr günstiger Bedingungen in den Jahren 1950 und 1951 trat eine Horizontal- und Vertikalerweiterung des Verbreitungsgebietes ein und der Schaden erreichte einen Höhepunkt.

IV. Dauer der Gradation

1929 wurde in Rumänien eine Gradation geringen Umfanges beobachtet. Ihre Hauptstärke erreichte sie 1930, also nach einem Jahr (Georgescu 1930).

In Bulgarien waren die Jahre großer Schäden 1889, 1890 und 1891, also 3 Jahre (Buntschev 1891), ferner 1929–1933 (größte Stärke 1930), somit 5 Jahre (Tschorbadjeff 1936).

In der Türkei, soweit Ostthrazien in Betracht kommt, 1929–1932, also 4 Jahre; 1936–1938, also 3 Jahre (wenig Meldungen, wahrscheinlich nur schwach); 1947–1953 (am heftigsten 1951), also 7 Jahre (nach eigenen Feststellungen).

V. Widerstandsfaktoren

a. Physiologische Widerstandsfaktoren

Nach meinen Beobachtungen bevorzugt *I. tenuicerca* vom 3. Stadium an die Blattknospen und weichen Blätter sowie die weichen Jungtriebe von *Q. conferta*. Gegen ihr Lebensende zu wird die Imago meist nicht auf Bäumen, sondern auf in der Nähe wachsender *Erica* sp. angetroffen, deren Nadeln sie frißt. Vielleicht hat die gealterte Imago in diesem Stadium ihres Lebens das Bedürfnis nach anderer Nahrung.

Gewisse Eichenarten haben für die Eindämmung der Massenvermehrung Bedeutung. *I. tenuicerca* ist nur in Beständen von *Q. conferta* beobachtet worden. Diese Bestände wurden 1951 zwar vollkommen kahl gefressen, doch behielten zwischen ihnen einzeln oder in Gruppen stehende Exemplare von *Q. petraea* (bestimmt von der forstlichen Fakultät der Universität Istanbul als *Q. sessiliflora* Salisb.), obwohl auf ihnen Heuschrecken gesehen wurden, ihr Laub und wiesen nur Fraßspuren an den Blatträndern auf. Es zeigte sich, daß in Beständen, die durch mehrere Jahre hintereinander immer wieder befallen worden und verdorrt waren, die Stämme von *Q. petraea* am Leben blieben und belaubt waren. Ich glaube, daß sich *I. amplipennis* und *I. pavelii* ebenso verhalten. Ferner bin ich der Ansicht, daß der Grund für diese Widerstandsfähigkeit von *Q. petraea* nicht auf chemischen Ursachen, sondern auf der Struktur und auf der Härte der Blätter beruht. Denn im Laboratorium fraßen *I. amplipennis* und *I. pavelii* zwar ihnen vorgelegte frische und feine Blätter von *Q. petraea*, nicht aber harte Blätter; sie gingen eher ein, als diese anzunehmen.

b. Biotische Widerstandsfaktoren

1. Bakteriosen

Stateloff (1932) spricht vom Vorhandensein einer neuen Bakterienart, die sich 1930 und 1931 unter den Larven ausgebreitet, ein großes Sterben unter ihnen verursacht und so ihrer Massenvermehrung ein Ende gesetzt haben soll; er bezeichnet sie als *Bazillus barbitistes*.

Im Laufe der Laboratoriumsarbeiten beobachtete auch ich eine Bakteriose. Die Krankheit äußert sich bei *I. pavelii* folgendermaßen: zunächst werden die Bewegungen der Heuschrecke schwerfällig, schließlich hören sie ganz auf und bei Berührung werden nur mehr die Beine bewegt. Farbe und Körperhaltung machen einen vollkommen gesunden Eindruck. Nachdem das Tier seinen Kopf ganz langsam nach vorn geneigt hat, wird der Nacken sichtbar. Nach Eintritt des Todes streckt sich der Leib und der Kopf reckt sich vor, so daß der gespannte Halsteil auffällt.

Ähnlicher Krankheitsverlauf wurde an mehreren männlichen und weiblichen Imagines beobachtet. Außerdem war bei einigen ein zeitweises Zittern

der Beine und der Taster, bei Berührung zuweilen ein abnormes Hüpfen und nach dem Eintritt des Todes der Austritt einer dunkelbraunen Flüssigkeit aus Mund und After zu bemerken.

2. Parasiten

Eiparasiten: Im März 1952 hatte ich in den Wäldern von Sinekli ein noch nicht ausgeschlüpftes, aber normal geformtes Ei von *I. tenuicerca*, das ich aus der Erde genommen hatte, in ein Stück Papier gewickelt und beiseite gelegt. Als ich es am 22. 6. 1952 mit der Lupe untersuchte, wurde ich gewahr, daß das Ei ein kleines Loch hatte und in der Nähe des Loches im Papier ungefähr 35 tote *Mimariden* lagen. Auf dem Ei und dem Papier waren die geöffneten durchsichtigen Kokons zu sehen.

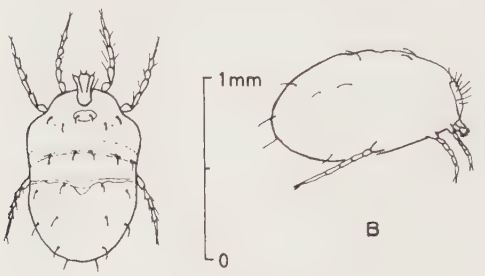

Abb. 43. Allothrombium neapolitanum Oud. A. von oben gesehen; B. von der Seite gesehen

Imagoparasiten: Als Imaginalparasit konnten Tachinenlarven in einigen Fällen festgestellt werden, ohne daß es gelang, die Imago zu erzielen.

Milbe: An Gliedmaßen und Weichteilen wie Hals, Hintercoxalgelenk und Sternit und einmal auch im Femoralstigma beobachtete ich rotgefärbte Milben. Sie wurden von Costa, Buenos Aires (1955), als *Allothrombium neapolitanum* Oud. determiniert. Auf manchen Larven wurden 1–4 solcher Milben festgestellt.

Spinnen: Im Zuge der Feststellungen über die Populations-Dichte der Larven von *I. tenuicerca* wurden 1952, auf *Erica* sp. lebende Spinnen beobachtet, die Larven des 2. Stadiums gefangen hatten.

Saga sp. und *Mantis religiosa* L.: Diese waren 1951 und 1952 im Massenvermehrungsgebiet von Sinekli in großer Menge anzutreffen, doch konnte ich keine Beobachtungen über die Beute dieser Tiere machen.

Vögel: Buntschev (1891): „von den Vögeln, insbesonders den Staren, denen sie als gute Nahrung dienen, werden sie eifrig aufgelesen", Georgescu (1931): „Nicht selten sieht man in den Wäldern gegen die Donau zu Schwärme von Krähen auf der Heuschreckenjagd."

VI. Mit *I. tenuicerca* vergesellschaftete Waldschädlinge in Ostthrazien

Lymantria dispar L.: Nach dem amtlichen Bericht wurde 1947 in den Wäldern von Sinekli, in denen eine Massenvermehrung von *I. tenuicerca* stattfand, stellenweise auch eine solche von *L. dispar* festgestellt.

Zeuzera pyrina L.: Nach eigenen Beobachtungen finden sich Eichen in die Baumbestände eingestreut, die infolge Befall von *Z. pyrina* verdorrt sind. Durch *Z. pyrina* verursachtes Verdorren wurde an *Q. conferta* und *Q. petraea* beobachtet. Jedoch wurde kein Verdorren ganzer Waldbestände festgestellt, wie es von *I. tenuicerca* hervorgerufen wird.

Microsphaera quercina Foex.: Nach eigenen Beobachtungen begrünte sich 1951 und 1952 der Wald nach dem Absterben von *I. tenuicerca* von neuem, aber diese und vor allem die eben erst geöffneten Blätter wurden von *M. quer-*

cina befallen. Die befallenen frisch geöffneten Blätter und Triebe machten einen welken Eindruck. Das Auftreten des Eichenmehltaues ist eine Woche nach dem Massensterben von *I. tenuicerca* wahrnehmbar. Der sich wieder mit Grün bedeckende Wald erhält durch diese Krankheit in kurzer Zeit eine weißliche Färbung. Die Krankheit tritt nicht überall im Walde auf, sondern nur in den von *I. tenuicerca* befallenen Teilen, die dann die erwähnte weißliche Färbung annehmen. Wahrscheinlich gilt für *I. amplipennis* und *I. pavelii* das gleiche. Man sollte bei künftigen Massenvermehrungen diesem Zusammenhang weiter nachgehen.

G. Die forstliche und landwirtschaftliche Bedeutung der drei *Isophya*-Arten

I. Forstliche Bedeutung

Das Gebiet in Ostthrazien, in dem *I. tenuicerca* sich in den Jahren 1929 und 1947 massenhaft vermehrte, verläuft in Form eines Bandes entlang dem Südrand des Istranca-Gebirges. Die im Massenvermehrungsgebiet vorherrschende Baumart ist nach eigenen Feststellungen in der Gegend von Sinekli *Q. conferta*. Eingesprengt finden sich zuweilen *Q. petraea* und *Q. cerris*. Eraslan (1954) bezeichnet *Q. conferta* als die in Ostthrazien nächst *Q. petraea* (nach Eraslan *Q. sessiliflora*) am meisten verbreitete Eichenart und verweist darauf, daß sie in Höhenlagen von 200–300 m festgestellt wurde. *I. tenuicerca* wurde in Massen 1950 und vor allem 1951 in Wäldern in 700 m Höhe angetroffen. Somit reichte *Q. conferta* bis in diese Höhen. Zur Klärung des Sachverhaltes müssen die in diesen Wäldern vorkommenden Eichenarten festgestellt werden. Feststeht, daß der größte Schaden in den Wäldern von *Q. conferta* bei Sinekli entstanden ist. Die vom Schaden betroffenen Eichenwälder sind Niederwald, nur der Wald von Eyrekler nahe dem Dorfe Evciler ist ein junger, kleiner Hochwaldbestand mit schütter stehenden Bäumen. In den von *Isophya* befallenen Eichenniederwäldern werden zwar Bestände mit einer Höhe von 3–3,5 m angetroffen, die Durchschnittshöhe der Bestände in den hauptsächlichen Schadensgebieten beträgt 1,5–2,5 m, wobei diese Bestände nicht sehr dicht sind. Nach den Forstbewirtschaftungsberichten beläuft sich der jährliche Zuwachs in diesen Wäldern auf durchschnittlich 1 m^3 je Hektar.

I. tenuicerca verursacht durch ihre Massenvermehrung in den Wäldern von Ostthrazien zwei Arten von Schäden, den jährlichen Zuwachsverlust und das Verdorren der Bäume.

Wie schon erwähnt, erklettert *I. tenuicerca* kurz vor der Entfaltung der Blätter die Eichen und frißt die Blattknospen und die entfalteten Blätter. Die Bäume, die bis zum Massensterben von *I. tenuicerca* blätterlos bleiben, treiben hernach rasch neue Blätter. Dadurch bedeckt sich der Wald wieder mit Grün. Da gerade zu dieser Zeit die Erde genügend Feuchtigkeit durch Regenfälle aufweist, erneuern die Bäume ihre Blätter entsprechend dem verfügbaren Wasservorrat. Nehmen anschließend die Regenfälle wieder ab, so kommt es infolge der Hitze und der mit ihr verbundenen starken Verdunstung zum Welken der soeben entfalteten frischen Blätter und zum Auftreten von Eichenmehltau.

Hinsichtlich der Witterung weist der langjährige Durchschnitt für den Monat Juli die geringste monatliche Niederschlagsmenge und das höchste

Temperaturmittel auf. Während für die Jahre der Massenvermehrung die Temperaturmittel für diesen Monat ungefähr gleich bleiben, liegen seine monatlichen Niederschlagsmengen in den Massenvermehrungsjahren (mit Ausnahmen) tief unter dem langjährigen Durchschnitt.

1951 und 1952 wurden Bestände angetroffen, deren Bäume vollkommen verdorrt waren. Nach den Angaben der Forstbeamten waren diese vor 1947 grün und belaubt, sie wurden alljährlich von *I. tenuicerca* befallen. 1951 und 1952 waren an diesen Stellen Heuschrecken in erheblicher Dichte vorhanden. Fast alle Bäume waren entlaubt und mit Ausnahme des Stammes dürr.

Am 9. 6. 1952 wählte ich in den Wäldern von Sinekli in solch dürren Beständen Untersuchungsflächen aus und wog das auf ihnen befindliche Holz von je 100 m^2 mit Hilfe einer Handwaage.

Die Menge des trockenen Holzes wurde mit der Menge saftigen Holzes, die sich zufolge der Forstwirtschaftsberichte am Feststellungsdatum im betreffenden Unterabschnitt auf 1 ha hätte befinden sollen, verglichen: Der Durchschnittsverlust je ha betrug 8500 kg (Min. 3000 kg, Max. 18 600 kg).

Über die allgemeine Ausdehnung der verdorrten Bestandsflächen wurden keine Beobachtungen gemacht. Schätzungsweise betragen sie in Ostthrazien insgesamt 1000 ha, wovon der größte Teil in der Umgebung von Sinekli liegt.

Wahrscheinlich tritt ein Verdorren in solchen Beständen von *Q. conferta* auf, die ungünstige Standortbedingungen aufweisen. Die übrigen befallenen Bestände erleiden nur einen jährlichen Zuwachsverlust. Das Ausmaß des Schadens hängt von dem der Massenvermehrungen von *tenuicerca* ab.

Buntschev (1891) äußert sich über die forstliche Bedeutung wie folgt: „Von nun an können sich die Bäume ganz ungestört entwickeln und das Verlorene einholen. Ein solcher von den Insekten befallener Baum zeigt kaum die Hälfte des gewöhnlichen jährlichen Zuwachses. Es ist daher ganz klar, daß, wenn auch die Insekten keine Verkrüppelung oder Vernichtung der Bestände herbeiführen, sie doch denselben einen beträchtlichen Teil des Zuwachses entziehen, und es braucht gar nicht erwähnt zu werden, daß die Bestände, wenn sie durch einige Jahre fortgesetzt von denselben Insekten befallen wurden, auch Verkrüppelungen zeigen werden.

Es ist schon das dritte Jahr, daß diese Insekten in unseren Wäldern ihr Unwesen treiben, und während dieser Zeit zeigen die befallenen Bestände einen sehr geringen Zuwachs und ich bin daher ganz berechtigt, die bei uns erschienene Art forstschädlich zu nennen."

II. Landwirtschaftliche Bedeutung

Alle 3 *Isophya*-Arten haben während der 1947 beginnenden Massenvermehrung in den im Walde oder in dessen Nähe gelegenen Dörfern an Feldfrüchten wie Sonnenblumen, Bohnen, Wassermelonen, Zuckermelonen, Kürbis, Gurken, Linsen, Weinstocktrieben, Rüben, Kartoffeln und Platterbsen Schaden angerichtet. Die Schäden blieben auf waldnahe Felder beschränkt.

1951 ließ ein Teil der Bauern wegen der wiederholten *tenuicerca*-Schäden ihre in Waldnähe gelegenen Felder brachliegen.

Auch die amtlichen Unterlagen der Landwirtschaftsorganisation für Ostthrazien berichteten von *Isophya*-Schäden an Feldfrüchten in waldnahem Gelände.

Nach eigenen Feststellungen kamen hierfür *I. amplipennis* und *I. pavelii* in Frage, in den meisten Fällen jedoch *I. tenuicerca*.

Von verschiedenen Orten in Anatolien wurde 1947 Schadauftreten von *Isophya*-Arten an landwirtschaftlichen Kulturen gemeldet.

Beim Ministerium liefen Klagen ein, daß die frisch treibenden Weingärten von Heuschrecken befallen würden, ferner, daß in Waldnähe liegende Obstbäume, Weingärten und Gärten heimgesucht würden, und daß Obstbäume, Reben, Gemüsepflanzen und vor allem Bohnen (1. 4. 47) befallen würden und die Heuschrecken das junge Obst, Triebe und junge Blätter fräßen. Es fällt auf, daß die Befallsmeldungen aus weit voneinander entfernten Orten wie Pamukova und Bayındır zu fast gleicher Zeit erfolgten. Alle aus den bisher genannten Orten eingesandten Heuschrecken wurden vom landwirtschaftlichen Zentralbekämpfungs-Institut in Ankara als *Isophya* sp. bestimmt.

Über Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen liegen in der Literatur Berichte aus Rumänien und Bulgarien vor.

Rumänien: Georgescu (1930): „Die Heuschrecken wurden zuerst im Walde Demicicana (35 km westlich von Silistria) beobachtet, von wo aus sie einen Streifen von einigen zehn Metern gegen Süden u. Südosten vom Waldrand her Kulturen (Weingärten, Luzerne usw.) befallen hatten. Die Einwohner wurden plötzlich von einer großen Zahl Heuschrecken überrascht. Die Invasion erfolgte während der Osterfeiertage, als sie sich nicht zur Feldarbeit begeben hatten. Die Besitzer der befallenen Felder suchten diese zuerst mit eigenen Mitteln zu schützen, als sie aber einsahen, daß diese nicht zureichend seien, brachten sie gegen den 25. 4. diese Plage den Forstorganen und der Präfektur in Durostor zur Kenntnis. ... von Feldpflanzen ziehen sie die Rebe vor, welche sie völlig entlauben, Mais greifen sie teilweise, Gerste sehr wenig an. Die Rebe treibt im Juni wieder Blätter."

Bulgarien: Stateloff (1931): „Für die Cerealien bedeutet sie keine Gefahr." Tschorbadjeff (1936): „Nach Beobachtungen bei Dalbok-Izvor 1930 (Anfang Mai) fielen sie gegen Mitte Mai ungefähr 20 ha Weideland ein und ein wenig in Gerstenfelder. 1932: Sie zeigten sich in der Waldgegend bei Zrebicko, Pestera, in einer Höhe von 800–900 m, von wo sie auf die nahen Bohnen- und Kartoffelfelder übergingen und dort das Blattwerk vernichteten. 1933: Auf Ländereien von Kopriolen in Nevrokop, zerstörten sie einige Aussaaten von Tabak und Sonnenblumen. Sie befressen Weinstöcke u. zw. die ganzen Reben, die Blätter und die Knospen, Tabak, Baumwolle, Sesam und andere Pflanzen, aber das geschieht selten und der Schaden ist nicht groß. Den Getreidepflanzen schaden sie fast gar nicht. ... Wenn sie massenhaft sehr stark Waldbäume befallen, können sie auch landwirtschaftliche Kulturen befallen, aber dieser Schaden ist nur klein im Vergleich mit jenem, den sie an den Waldbäumen anrichten."

H. Die künftigen waldbaulichen Vorbeugungsmaßnahmen gegen die niederwaldbewohnenden schädlichen Isophyen

Die 3 *Isophya*-Arten sind wärmeliebende Tiere und Eichenniederwaldbewohner. Mit anderen Worten ist ein Hochwald für diese Schädlinge nicht geeignet. Andererseits waren ursprünglich die gegenwärtigen Niederwälder von Ostthrazien Hochwälder. Man konnte noch bis zum 2. Weltkrieg im Massenvermehrungsgebiet der 3 *Isophya*-Arten stellenweise großflächige Hochwaldbestände sehen. Die Verminderung der Hochwälder, d. h. der mit der Zeit für die *Isophyen* günstiger gewordene Waldzustand kann auch der Grund für die viel größere Ausdehnung der letzten Massenvermehrung sein.

Die zurückgebliebenen dicken Eichenstöcke sowie kleine Hochwaldbestände in den Niederwalddörfern beweisen, daß Standort und Boden im Massenvermehrungsgebiet einen Hochwald tragen können. Deshalb wäre als eine künftige waldbauliche Vorbeugungsmaßnahme gegen die besprochenen 3 *Isophya*-Arten in dem Schadgebiet eine Umwandlung von Eichenniederwäldern in Hochwälder zu empfehlen, um damit das durch die Menschen gestörte biologische Gleichgewicht wiederherzustellen.

Bekämpfung

Als Bekämpfungsmaßnahmen gegen die *Isophyen* wurden früher in Bulgarien mechanische und technische Verfahren empfohlen. Buntschev (1891) wandte Bodenfeuer gegen die jungen Larven an. Doch setzt dies Verfahren trockene Witterung voraus. Stateloff (1931) empfiehlt Giftköder auf Natriumarseniat-Basis (2,5–7,5 kg je 100 kg Köder) und Flugzeugbekämpfung mit insektiziden Staubmitteln. Tschorbadjeff (1936) schlägt Zertreten der Junglarven vor, solange sie noch in Haufen beisammensitzen.

In der Türkei wurden früher (1929) bei Massenvermehrungen Larven und Imagines früh morgens von den Bäumen geschüttelt, in Säcke gesammelt und vernichtet; doch hatte dies Verfahren keinen vollen Erfolg.

1951 beauftragte mich die Forstgeneraldirektion, die Möglichkeiten für eine chemische Großbekämpfung zu untersuchen. Zunächst sollten versuchsweise 1952 bei Sinekli 500 ha behandelt werden. Unter ca. 15 verschiedenen Präparaten, die einer Voruntersuchung unterzogen wurden, bewährte sich das *HCH-Mittel Agrocide (dispersible powder)* am besten, das gegen L_3 von *tenuicerca* in einer Konzentration von 0,25 % (in wäßriger Suspension) voll befriedigte.

Als Gerät stand im wesentlichen ein Motorspritzapparat von *J. Bean* Typ 07–TP zur Verfügung, der sich gut bewährte, ferner 2 *Titan-430*-Motorspritzapparate, die nicht befriedigten und 16 rückentragbare Obstbaumspritzen für Handbetrieb.

Die Aktion fand zwischen dem 7. 4. und 18. 5. 52 statt. Ein früherer Beginn war wegen des durch Regenfall aufgeweichten Zustandes der Waldwege nicht möglich. In den Lagen mit höchster Populationsdichte von Junglarven wurden die Motorgeräte eingesetzt; bei niederer Population die Rückengeräte. Da sich gegen ältere Larven (L_5) die 0,25%ige Konzentration des *Agrocide* als unzureichend erwies, wurde mit dem Auftreten dieses Stadiums eine 0,3%ige Brühe angewandt, insgesamt wurden 450 ha mit Spritzmitteln und 5 ha mit Stäubemitteln behandelt.

Je ha wurden durchschnittlich 2500 Liter Brühe verwandt (Alter des Niederwaldes: 7–15 Jahre, Höhe 2,2 Meter, Schlußgrad 0,8), Tagesleistung der Motorspritze *John Bean* ca. 4 ha. Bei den Staubmitteln kamen je ha 80 kg *Agrocide 3* zur Anwendung. Doch wurde der Stäubeversuch eingestellt, da das verfügbare Motorgerät nicht befriedigte.

Die Wirkungskontrolle wurde jeweils 24 Stunden nach der Aktion durchgeführt: Der Boden war mit toten Heuschrecken bedeckt. Lebende konnten nicht mehr festgestellt werden.

Die Kosten der Aktion beliefen sich unter Berücksichtigung aller Nebenauslagen im Durchschnitt auf 38 L.T. je ha. Eine Rentabilitätsberechnung unter Zugrundelegung einer 7jährigen Dauer der Massenvermehrung und unter Ansatz der auf S. 256 mitgeteilten Ergebnisse über Zuwachsverluste und Dürrholzanfall ergab für 7 Jahre je ha einen Gesamtverlust von 65–140 L.T. Selbst bei den relativ hohen Kosten der ersten versuchsweisen Bekämpfungsaktion ist die Rentabilität daher gewährleistet.

1953 zeigten sich in den 1952 behandelten Abteilungen nur noch 0,6–1,3 Heuschrecken je qm.

Zusammenfassung

1. *Isophya amplipennis, I. pavelii* und *I. tenuicerca* sind Waldbewohner. Sie leben in Eichenniederwäldern, und vermehren sich zuweilen massenhaft und treten dann als land- und forstwirtschaftliche Schädlinge auf. Alle drei Arten haben fast dieselbe Lebensweise. Sie befressen Knospen und Blätter und verursachen bei Massenvermehrung im Walde Kahlfraß. Wenn der Befall mehrere Jahre hintereinander auftritt, verursacht er Dürrwerden der Bestände, die sich auf schlechtem Standort befinden. *Isophya tenuicerca* bevorzugt in Ostthrazien *Quercus conferta* Kitt, befällt jedoch nicht Q. *petraea* (Mattuschka) Lieblein. Alle drei Arten sind polyphag.
2. Die *Isophyen* sind Schädlinge in der Türkei, in Bulgarien und in Teilen von Rumänien. Verbreitungsgrenze, Jahre des Auftretens als Schädling und Orte des Schadens sowie die Dauer der Gradationen werden dargelegt.
3. *I. amplipennis* und *I. pavelii* traten in Ostthrazien in der Seehöhe bis 100 m, *I. tenuicerca* zwischen 140 und 730 m in Massen auf. *I. tenuicerca* ist in diesen Gebieten von allen 3 Arten die wichtigste.
4. Unterscheidungsmerkmale der 3 Arten sind für den Praktiker die Cerci und die zwei großen Flecke auf dem Pronotum. *I. pavelii* weist Pronotum und Cerci nur in einfach grüner Färbung auf. Die Cerci sind spitz. Die anderen zwei Arten haben zwei große gelbe Flecken, ihre Cercispitzen sind schwarz. Die Cerci von *I. amplipennis* sind stumpf, die von *I. tenuicerca* spitz.
5. Für alle drei Arten wurde Ei, Larve und Imago, Gewichte und Größe der Eier, Anzahl der Häutungen, Maße und Merkmale der Larvenstadien bei *I. amplipennis* und *I. pavelii*, ferner die Struktur der Eier und Anatomie der Imago (Femoralstigmen, Darmkanal, Geschlechtsorgane und besonders die Genitalvalven) beschrieben.
6. Phänologische und biologische Daten für die 3 Arten werden auf Grund von Freilandbeobachtungen in Thrazien und Laboratoriumsuntersuchungen in Wien dargelegt.
7. Als künftige waldbauliche Vorbeugungsmaßnahme gegen die niederwaldbewohnenden 3 *Isophya*-Arten ist in dem Schadgebiet eine Umwandlung der Eichenniederwälder in Hochwälder zu empfehlen.
8. Als Bekämpfungsmittel bewährte sich am besten das HCH-Mittel Agrocide (dispersible powder), das gegen L_3 in einer Konzentration von 0,25 Prozent (in wäßriger Suspension) und gegen ältere Entwicklungsstufen in einer Konzentration von 0,3 % voll befriedigte.

Summary

Isophya amplipennis, I. pavelii and *I. tenuicerca* are inhabitants of oak scrub. Occasionally they reach outbreak proportions and cause severe damage to crops. In poor localities, these may fail after repeated attacks. All three species are polyphagous and are injurious in Turkey, Bulgaria and parts of Rumania.

In east Thrace, *I. amplipennis* and *I. pavelii* are found above 100 m and *I. tenuicerca* between 140 and 730 m. The last species is more widespread.

The species can be identified by the cerci and the pronotum. The morpho-

logy and biology of the three species was studied; there are five larval stages. Copulation takes place ten days after the last moult and egg laying commences seven days later. Mating and oviposition occur one to two hours before sunset. Winter is passed in the egg stage, the eggs being 1/2–1 mm below the surface of the ground; low temperatures are necessary for their development. In the field, the males appear one to two days before the females. Hybridization of *I. amplipennis* and *I. pavelii* could not be accomplished experimentally.

Tachinid grubs were found in the abdominal cavity of *I. tenuicerca*. The mite *Allothrombium neapolitanum* Oud. occurred as an external parasite of *I. amplipennis* and *I. pavelii*. In the laboratory, adults of *I. amplipennis* and *I. pavelii* were killed by a bacillus. A disease of *I. tenuicerca* was observed in the field which compressed the abdomen.

Literatur

Becker, R., 1923: Wirkung von Alkaloiden auf Feldheuschrecken (Acrididen). Arch. exp. Path. Pharmakol., Bd. 100, S. 335–348.

Beier, M., 1933: Orthopteroidea I. Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 26, S. 330 und 363.

Berenguier, 1907: Biologie de l'Isophya pyrenaea Serv, var nemausensis Ber. Bull-Soc. d. Ent. Sci. Nat. d. Nimes. 35, S. I–13 (nach Zacher 1925).

Bey-Bienko, g. y., 1954: Fauna SSSR, Tom II, Bb III. 2. Moskau. Zool. Inst. d. Akad. Wiss. SSSR, Neue Serie Nr. 59, S. 18 u. 28.

Boldyrev, B., 1915: Contributions a l'etude de la structure des spermatophores et des particularites de la copulation chez Locustodea et Gryllodea. Hor. Soc. Ent. Ross., Bd. 41, Nr. 6, S. 1–245.

Buntschev, St., 1891: Eine Locusta-Art in den bulgarischen Wäldern. Öst. F.-Z. Bd. IX, S. 275.

Brunner, v. Wattenwyl, C., 1876: Die morphologische Bedeutung der Segmente bei den Orthopteren. Festschrift Zool. bot. Ges. Wien, S. 10.

— 1878: Monographie der Phaneropteriden. Wien, S. 60 u. 68.

— 1882: Prodromus der europäischen Orthopteren. Leipzig, S. 273–274 u. 278.

— 1891: Additamenta zur Monographie der Phaneropteriden. Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Ges. in Wien, Bd. 41, S. 33–34.

Cappe de Baillon, P., 1919, 1920: Contribution anatomique et physiologique a l'etude de la reproduction chez les Locustiens et les Grilloniens I., II. La Cellule, Bd. XXXI, Ier fascicule, S. 130–131.

Chopard, L., 1920: Recherches sur la conformation et le developpement des derniers segments abdominaux chez les Orthopteres, Rennes, Theses presentees a la Faculte d. Sciences de Paris.

— 1938: La Biologie des Orthopteres. Paris, S. 179 u. 180.

— 1949: L'etat actuel de la question des phases chez les Insectes. Ann. biol. Bd. 25, S. 105–109.

— 1951: Fauna de France, Nr. 56, Paris.

Della Beffa, G., 1948: Fase gregaria dell'Orphania denticauda Charp. Boll. Soc. Entom. Ital. Bd. 78, S. 68–70.

Dirsh, V. M., 1950: A practical Table for the Determination of Sexes of Nymphs of Locusta Migratoria Migratorioides (R. & F.) (Orthoptera: Acrididae). Proc. R. ent. Soc. London. B. 19. pts. 9–10 (Oct.), S. 136–138.

Ebner, R., 1938: Orthopterorum Catalogus. 's-Gravenhage Pars I. S. 3.

— 1948: Massenauftreten von Heuschrecken in Österreich im Sommer 1947. Burgenlandische Heimatblätter 10, Eisenstadt, S. 37–42.

— 1951: Über Massenauftreten Orthopteren oder Heuschrecken in Österreich. Revue pour l'etude des calamites. Geneve, Bd. XIII, S. 72–73.

Eraslan, I., 1954: Trakya ve bilhassa Demirköy mintikasi meşe ormanlarinin amenajman esaslari hakkinda araştirmalar. Ankara, Orm. Um. Md., sira no: 132, Seri: 13, S. 18–19.

Escherich, K., 1923: Forstinsekten Mitteleuropa. Berlin, Bd. 2, S. 13.

Friederichs, K., 1930: Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie, insbesondere der Entomologie. Berlin, Bd. I, S. 194.

Georgescu, Const. C., 1930: Atacul de lacuste din padurile Dobrogei de Sud. Revista padurilor. Bucaresti, Jahrg. XLII/7, S. 799–809.
Gerhard, U., 1913: Copulation und Spermatophoren von Grylliden und Locustiden I. Zool. Jahrb., Syst., Bd. 35, S. 415–532.
Kavcevski-Balevski-Dodov, 1953: Rastitelna zastita. Sofia, S. 96.
Kurir, A., 1953: Die Fraßpflanzen des Schwammspinners. Zeitschr. f. angew. Entomologie, Bd. 34, Heft 4, S. 544–546.
Kükenthal, W., 1930: Handbuch der Zoologie. Berlin, Bd. 4, S. 693–704.
Ramme, W., 1950: Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien. Mitteilungen aus dem Zool. Museum in Berlin. Bd. 27, S. 140–143.
Romeis, B., 1948: Mikroskopische Technik. München, S. 69–70, 95 u. 528.
Sorauer, P., 1949: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. IV, S. 259.
Stateloff, N., 1931: De la biologie de Barbitistes amplipennis et la lutte contre cet insecte. Revue Zemedelska misal. Sofia, Bd. II, S. 39–52.
— 1932: Ein pathogenischer Bacillus auf den Larven der Barbitistes amplipennis. Mitteil. der Bulg. Entom. Ges. in Sofia. Bd. VII, S. 56–61.
Tschorbadjeff, P., 1936: The Injurious Grasshoppers and other Orthoptera in Bulgarien. Ministry of Agriculture and Public Domain. Sofia, Nr. 61, S. 18–31.
— 1940: Verzeichnis d. Bul. u. Ausl. Literatur über d. Insekten u. Arachnoideen Bulgariens während d. Jahre 1931–1935. Mitt. Bulg. Entom. Ges. Sofia, Bd. II, S. 45, 230 u. 231.
Tümpel, R., 1901: Über die Wirkungsweise der Füße der Laubheuschrecken. Allg. Z. Ent., Bd. VI, Nr. 22 und 23, S. 338–339, 360–362.
Wehmer, C., 1929–1935: Die Pflanzenstoffe. Jena, Bd. I–III.
Wettstein, R., 1933: Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig.
Zacher, F., 1925: Züchtung von Orthopteren. In: Abderhaltischen Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden, Wien. Abt. IX, Teil 1/II, 1, S. 125–127.
Zeuner, F., E., 1936: The prothoracic tracheal apparatus of saltatoria (Orthoptera). Proc. R. ent. Soc. London. Bd. II. pt. 1–2, S. 11–21.
Zwölfer, W., 1932: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. ang. Ent. Bd. XIX Heft 4, S. 497–513.

Zur Biologie und Ökologie des insektentötenden Pilzes *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. (Entwicklung, Kultur, Lebensansprüche, Infektionsverlauf, praktische Bedeutung)

Von Bruno Schaerffenberg, Graz

1. Entwicklung

In meinem Aufsatz über die Ascusform von *Beauveria bassiana* und *B. densa* (Schaerffenberg 1955) sprach ich die Vermutung aus, daß es sich auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen auch bei *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok *(Oospora destructor* Delacr.) um einen echten Ascomyceten handelt. Bereits vor 14 Jahren waren mir die männlichen und weiblichen Gametangien dieses insektenpathogenen Pilzes aufgefallen. Nunmehr konnte auch der Sporophyt, die Ascus-Form desselben, aufgefunden werden. Diese wird – wie bei den Beauverien – nicht an besonderen Mycelkörpern, sondern gleichfalls unterhalb der konidientragenden Schicht an einem besonderen Hymenium hervorgebracht, ist aber ebenfalls von der Konidienschicht verdeckt und daher übersehen worden. Allerdings konnten die Perithezien von *Metarrhizium anisopliae* bisher nur an durch diesen verpilzten Insekten aufgefunden werden, nicht aber am Mycel künstlicher Nährsubstrate[1].

Abb. 1. Mycelium mit Ascogonen und Antheridien von *Metarrhizium anisopliae*. Vergr. 480fach

Zum Studium des Infektions- und Entwicklungsverlaufes dieses Erregers waren eine Anzahl von *Musca domestica* L., *Syromastes marginatus* L. (Coreidae) sowie Larven von *Leptinotarsa decemlineata* Say des IV. Stadiums mit Sporenstaub desselben infiziert worden. Unmittelbar nach dem Durchbruchsbeginn des reproduktiven Mycels nach außen fanden sich in Quetsch-

[1] Anmerkung bei der Korrektur: Mittlerweile sind diese auch in Kulturen des Pilzes beobachtet worden.

präparaten zahlreiche Ascogone und Antheridien. Die letzteren haben zylindrische bis hantelförmige Gestalt, die ersteren sind birnförmig (Abb. 1). Einige Tage später findet man bereits die doppelwandigen Oosporen (Abb. 2),

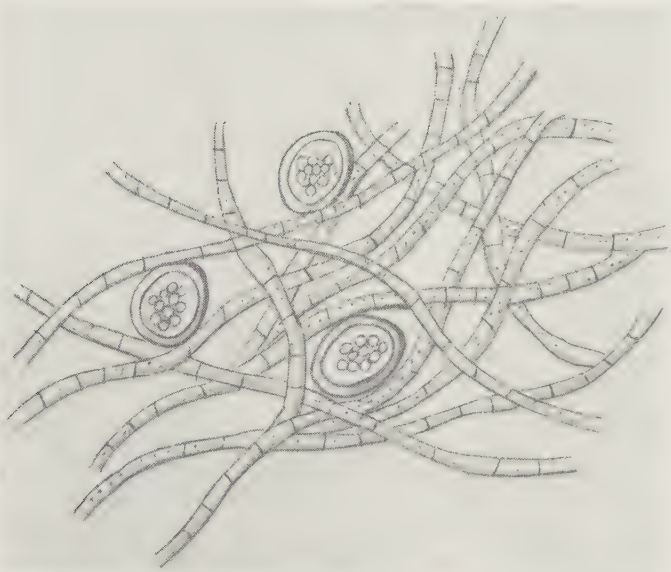

Abb. 2. Oosporen von *Metarrhizium anisopliae*. Vergr. 480fach

und nach 5 bis 6 Tagen sind schon die jungen Perithezien ausgebildet (Abb. 3). Sie sind von länglich-flaschenförmiger Gestalt, ca. 0,2 bis 0,3 mm lang und 0,15 mm breit und am oberen Ende mit einer Öffnung (Ostiulum) versehen. Die Asci sind nach der Basis zu verjüngt und erscheinen so kolbenförmig (Abb. 4). Sie sind innerhalb des Peritheziums in ein Hymenium eingebettet. Die Ascosporen sind zweizellig, ca. 10 bis 12 µ lang und 4 bis 5 µ breit und wie zwei aufeinandersitzende Zündhütchen gestaltet (Abb. 5).

Abb. 3. Perithezium mit Asci und Ascosporen von *Metarrhizium anisopliae*. Hyphengeflecht weggelassen. Vergr. 480fach

Die ausgereiften Perithezien sind dunkelbraun. Sie entlassen die durch Platzen der Asci freigewordenen Ascosporen in der üblichen Weise durch das Ostiulum. Dies ist etwa 2 bis 3 Wochen nach dem Durchbruch des reproduktiven Mycels der Fall. Gelangen die reifen Ascosporen auf einen neuen Wirt, so bringen sie in diesem wiederum das parasitische Mycel hervor, das kleine rundliche Konidien erzeugt, die ins Blut gelangen und mit zunehmender Vermehrung den Kreislauf des befallenen Insekts lahmlegen. Die regelmäßige Abwechselung von Schlauchfruchtform einerseits und Konidien des parasitischen Mycels andererseits ist also auch für die Entwicklung von *Metarrhizium anisopliae* charakteristisch, ebenso wie der Generationswechsel, d. h. das regelmäßige Alternieren von Gametophyt und Sporophyt am saprophytischen

Mycel. Dagegen sind die an diesem gebildeten zylindrischen Konidien, also die Nebenfruchtform, schon von DE BARY (1895) richtig als eine Abweichung vom normalen Entwicklungszyklus bewertet worden, die aber wieder in diesen zurückmündet. Die reproduktiven Konidien dienen ausschließlich der Ausbreitung der Art.

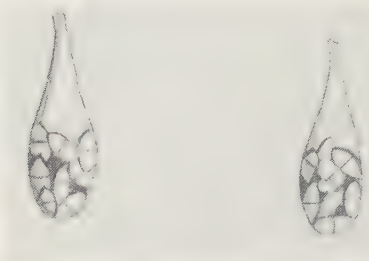

Abb. 4. Einzelne Asci mit Ascosporen von *Metarrhizium anisopliae*. Vergr. 480fach

Keimt die freigewordene Ascospore aber an der Mumie, so bringt sie sogleich wieder das saprophytische Mycel hervor. Seine Hyphen wachsen aber nicht frei, sondern werden – wie bei Beauveria — zu Coremien ineinander verflochten. Wie bereits FRIEDERICHS (1919) beobachten konnte, sind diese Coremien oft geweihförmig verzweigt. Vier bis fünf Wochen nach dem Durchbruch des reproduktiven Mycels, wenn die Masse der Ascosporen frei geworden ist, bilden sich häufig mehrere solcher Coremien am verpilzten Insektenkadaver, die mitunter auch hügelige oder köpfchenförmige Gestalt besitzen. Es ist zu vermuten, daß die Form der Coremien auch hier zu der Menge und Verteilung der jeweils von einer Perithezienansammlung freigegebenen Ascosporen in Beziehung steht (SCHAERFFENBERG 1957).

Abb. 5. Ascosporen von *Metarrhizium anisopliae*. Vergr. 500fach

Die systematische Einordnung des Pilzes kann auf Grund der vorliegenden Befunde keine Schwierigkeiten bereiten. Seine flaschenförmigen, oben offenen Perithezien kennzeichnen ihn als echten Pyrenomyceten. Von den vier systematischen Gruppen der Kernpilze kommen für *Metarrhizium anisopliae* nur die Sphaeriales und Diaporthales mit ein- bis zweizelligen, nicht fädigen Ascosporen in Betracht. Von diesen fallen die Diaporthales mit paraphysenlosen Perithezien aus. Der Pilz muß somit zu den Sphaeriales gestellt werden, mit denen er in den Hauptmerkmalen, vor allem in dem mit Paraphysen ausgestalteten Perithezium übereinstimmt.

Metarrhizium anisopliae wurde erstmalig von METSCHNIKOFF 1879 an *Anisoplia austriaca* aufgefunden und zunächst als *Entomophthora anisopliae* bezeichnet. Später reihte er ihn bei den Isarien ein und benannte ihn *Isaria destructor*. DELACROIS gab ihm 1893 den Namen *Oospora destructor*, während VUILLEMIN den Pilz 1904 als *Penicillium anisopliae* zu den Aspergillaceen stellte. Der Gattungsname *Metarrhizium* stammt von SOROKIN (s. a. FRIEDERICHS 1919).

2. Kultur und Lebensanprüche des Pilzes

Wie andere entomophage Pilze bildet auch *Metarrhizium anisopliae* auf den verschiedenen Wirtstieren besondere Rassen aus. Bei der von uns kultivierten Form handelt es sich um eine kleinsporige mit einer Konidiengröße von 5–6 × 2–2,5 µ. Die von FRIEDERICHS (1919) beschriebenen großsporigen Rassen (Konidien von 9–14 × 3 µ und 6–8 × 2,5 µ) sind wahrscheinlich auf

die tropische und subtropische Zone beschränkt. Die kleinsporige Form des Pilzes trat regelmäßig im August/September in meinen Kartoffelkäferzuchten auf, vornehmlich an Vorpuppen und Puppen, wurde aber auch im Freiland gelegentlich an diesen beobachtet. Er wurde in Schrägagar-Röhrchen isoliert und weiter kultiviert.

An das Nährsubstrat stellt der Pilz keine allzuhohen Ansprüche, gedeiht aber nicht auf reinen Kohlehydrat-Nährböden (Glucose und Maltose). Optimales Wachstum und reichliche Sporulation sind nur auf eiweißhaltigen Nährböden zu erzielen. Zur Massenproduktion von Sporen ist Reis-Agar besonders gut geeignet (s. a. Danysz et Wize 1901). Nach Friederichs (1919) hat sich in Samoa auch Kartoffel-Agar zur Kultivierung virulenter Stämme gut bewährt. Eingehend sind die Ernährungsansprüche des Erregers in Dänemark studiert worden (Notini & Mathlein sowie Lihnell 1944). Als C-Quellen wurden alle möglichen Kohlehydrate, wie Saccharose, Glucose, Lävulose, Maltose, Stärke, Mannit, Glycerin sowie Gelatine, Butter und andere Fette genutzt, als N-Quellen Pepton, Aminosäuren, Harnstoff, Nitrate und Ammonsalze. Pepton, Asparagin und Hefeextrakt fördern die Konidienbildung, was nach unseren Erfahrungen außer für *M. anisopliae* auch für die Beauverien zutrifft.

Sowohl für die Röhrchen-Kulturen als auch für Großzuchten des von uns isolierten *Metarrhizium*-Stammes war der von uns für *Beauveria*-Kulturen entwickelte Nährboden, der auf 100 Teile H_2O 2 Teile Pepton und 15 Teile Malzextrakt enthält, vorzüglich geeignet. Auch auf Reis-Agar konnte üppiges Wachstum und reichliche Sporulation erzielt werden. Die gewonnene Sporenmenge lag zwischen 10 und 15 mg/qcm. Für die Großzuchten kamen große Petrischalen von 18 cm Durchmesser und einer Innenfläche von 200 qcm zur Verwendung. Die Kulturen wurden teils bei Zimmertemperaturen zwischen 22 und 25° C, teils bei konstanter Temperatur von 25° C im Thermostaten gehalten.

Das Mycel von *Metarrhizium anisopliae* sondert keine schleimigen Sekrete ab wie *Beauveria bassiana*[2]. Und da außerdem die Konidienträger nur kurz sind, trocknet die Sporenschicht viel schneller aus als bei dem letzteren, wodurch das Abernten des Sporenmaterials sehr erleichtert wird.

An die Luftfeuchtigkeit stellt der Pilz keine höheren Ansprüche als die *Beauveria*-Arten, wohl aber an die Temperatur. Notini & Mathlein (1944) bezeichnen ihn als relativ thermophil. Nach ihren Untersuchungen liegt das Temperatur-Minimum bei 10° C, das Optimum zwischen 25 und 30° C und das Maximum bei 32° C. Nachprüfungen unsererseits haben diesen Befund im großen und ganzen bestätigt. Als Maßstab diente – wie in früheren Versuchen mit *Beauveria bassiana* – die Auflaufgeschwindigkeit des reproduktiven Mycels bei verschiedenen Temperaturen. Sie betrug bei 10 bis 15° C 10 bis 8 Tage. Oberhalb 15° C nimmt sie erheblich zu. Zwischen 17 und 20° C bildet der Pilz auf der Nährbodenfläche in 7 bis 6 Tagen einen geschlossenen Mycelrasen aus. Optimales Wachstum wurde auch in unseren Versuchen zwischen 25 und 30° C erreicht. Innerhalb dieses Temperaturbereichs lief der Pilz in 3 bis 4 Tagen auf. Oberhalb dieser Grenze geht die Wachstumsgeschwindigkeit wieder zurück. Sie betrug bei 33° C 5 Tage. Bei Temperaturen zwischen 5 und 10° C kam es zwar noch zur Bildung von

[2] Gilt nur für die Modifikationen *B. effusa, B. globulifera* und *B. stephanoderis,* während die Sporenschicht der Stammform schneller austrocknet.

Keimschläuchen, aber diese starben oft ab oder entwickelten nur ein kümmerliches Mycel, das bald im Wachstum stagnierte.

3. Infektionsverlauf

Der Pilz hat nach Notini & Mathlein (1944) eine deutliche Affinität zu Fettgewebe. Die Lipoidschicht der Epikutikula erleichtert daher das Eindringen des Pilzes in die Chitinwand des Insektenkörpers. Das Chitin wird an der Eindringungsstelle durch Chitinaseausscheidungen der Keimschläuche aufgelöst. (Notini & Mathlein 1944). Um den Infektionsverlauf weiter verfolgen zu können, wurde eine größere Anzahl von Stubenfliegen und Kartoffelkäferlarven des IV. Stadiums durch Bestäuben mit Sporen des Pilzes infiziert und laufend bis zum Durchbruch des reproduktiven Mycels mikroskopisch und anatomisch untersucht. Zu diesem Zweck sind täglich jeweils 5 Tiere seziert worden. Die Haltung der infizierten Kartoffelkäferlarven erfolgte in 2-L-Einsiedegläsern auf Kartoffellaub, die der Fliegen in kleinen Käfigen aus engem Maschendraht. Als Nahrung für die letzteren diente eine 3%ige Rohrzuckerlösung, auf Filterpapier geträufelt.

Die laufenden Untersuchungen ergaben ein ähnliches Bild vom Infektionsverlauf, wie wir es von *Beauveria bassiana* erhielten. Der durch die Chitinhülle eingedrungene Keimschlauch bildet in der Oberhaut ein polsterförmiges Mycel, das in 2 bis 3 Tagen bis zur Leibeshöhle vordringt und sich daselbst im Fettkörper und der Muskulatur weiter ausbreitet. Der Pilz bleibt aber – ebenso wie *B. bassiana* – in seiner Ausdehnung begrenzt. Die Mycelpolster erreichten bei Stubenfliegen nur einen Durchmesser von 1½ bis 2 mm, bei Kartoffelkäfer-Larven von 2 bis 3 mm. Bei den letzteren treten die Befallstellen äußerlich als unregelmäßige schwarze, oft beulig aufgetriebene Flecken in Erscheinung, die bei mehreren Befallstellen zu größeren Erhabenheiten zusammenfließen können. Die beulige Auftreibung wird durch den polsterförmigen Wuchs des Pilzmycels in der Körperwand des Insekts verursacht und kann so mächtig sein, daß die Chitinhülle an der betreffenden Stelle gesprengt wird. An den infizierten Fliegen trat diese Erscheinung nicht auf und wird auch allgemein an stärker chitinisierten Insekten nicht beobachtet, weil hier der harte Chitinpanzer dem Druck des Mycels widerstehen kann.

Einen Tag nach der Infektion wurden in der Haemolymphe der infizierten Fliegen und Kartoffelkäfer-Larven keimende reproduktive Konidien des Pilzes beobachtet, ein Zeichen dafür, daß die Infektion durch denselben auch per os erfolgen kann. In den Darm gelangte Konidien seines reproduktiven Mycels werden ebenso wie diejenigen von *Beauveria* sp. mit der Nahrung resorbiert und im Blutstrom mittransportiert. Das von ihnen gebildete polsterförmige Mycel dringt sich ausbreitend bis in die Haut des befallenen Insekts vor und erzeugt ebenfalls durch Auftreiben und Ablösen der Chitinhülle schwarze, beulige Erhabenheiten.

Zur Prüfung des Temperatureinflusses auf den Infektionsverlauf wurde ein Teil des mit *Metharrhizium anisopliae* infizierten Tiermaterials bei abgestuften Temperaturen gehalten. Dabei ergab sich, daß die Geschwindigkeit der Pathogenese bzw. die Absterbezeit der infizierten Insekten weitestgehend von der Außentemperatur abhängig ist. So wurde die größtmögliche Ausdehnung des parasitischen Mycels zwischen 18 und 20° C bei Fliegen 3½ bis

5 Tage, bei Kartoffelkäfer-Larven 5 bis 7 Tage nach der Infektion festgestellt. Bei 25 bis 26° C wurde diese bereits in 2 bis 3 Tagen bzw. in 3 bis 5 Tagen erreicht. Sistierung des Kreislaufs und damit der Tod trat in diesem Temperaturbereich bei Fliegen bereits 2 bis 3, bei Kartoffelkäfer-Larven 3 bis 5 Tage später ein. Hingegen bei 18 bis 20° C erst nach $3^1/_2$ bis 5 bzw. 5 bis 7 Tagen. Dementsprechend lief die gesamte parasitische Phase des Pilzes zwischen 18 und 20° C in 8 bis 10 Tagen (Fliegen) bzw. 10 bis 14 Tagen (Kartoffelkäfer-Larven) ab (Abb. 6), zwischen 25 und 26° C aber schon in 4 bis 6 Tagen (Fliegen) bzw. 6 bis 10 Tagen (Kartoffelkäfer-Larven) (Abb. 7). Der Infektionsverlauf wird somit durch Temperaturerhöhung wesentlich beschleunigt. Aber auch für die Infektion selbst ist die Temperatur hier von wesentlich größerer Bedeutung als bei *Beauveria bassiana*, weil die Keimung der Sporen von *Metarrhizium anisopliae* unter 10° C schon stark behindert ist.

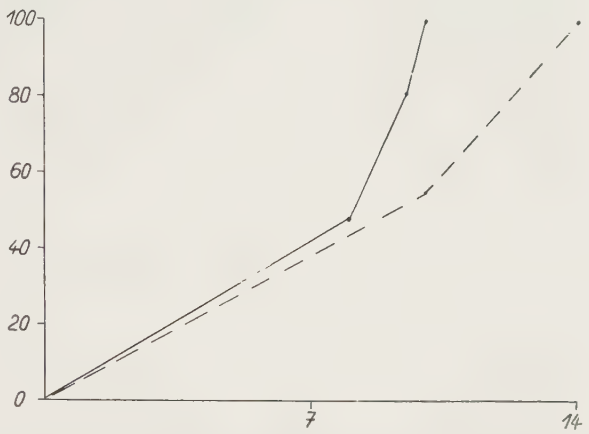

Abb. 6. Absterbefolge mit *Metarrhizium anisopliae* infizierter Stubenfliegen ——— und Kartoffelkäfer-Larven ----- zwischen 18 und 20° C. Ordinate = Anzahl der abgetöteten Tiere in %. Abszisse = Zeit in Tagen

Infolge der Wachstumsbegrenzung seines parasitischen Mycels bleibt auch dieser Pilz während seiner parasitischen Phase auf Teile der Körperwand und die Haemolymphe beschränkt. Die von ihm abgetöteten Fliegen und Kartoffelkäfer-Larven waren organisch – abgesehen von den Befallsstellen – unversehrt. Nervensystem, innere Organe (mit Ausnahme des Darms) sowie die Masse der Muskulatur und des Fettkörpers werden erst – wie bei *Beauveria* – vom saprophytischen Mycel durchwuchert und aufgezehrt. Die Zerstörung der lebenswichtigen Organe kommt auch in diesem Fall als unmittelbare Todesursache nicht in Betracht. Für die Lahmlegung der Lebensvorgänge sind vielmehr neben der Zerstörung der Blutzellen die Sistierung des Kreislaufs infolge Konidienanhäufung im Blut sowie möglicherweise die Einwirkung giftiger Stoffwechselprodukte (Toxine) verantwortlich zu machen.

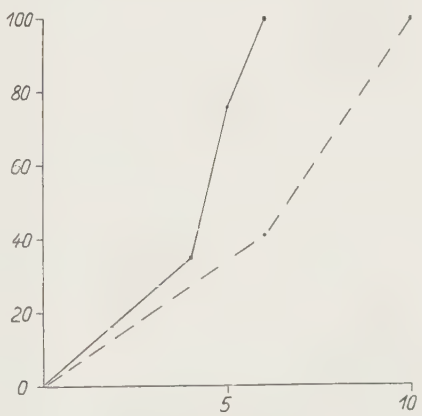

Abb. 7. Absterbeverlauf mit *Metarrhizium anisopliae* infizierter Stubenfliegen ——— und Kartoffelkäfer-Larven ----- zwischen 25 und 26° C. Ordinate = Anzahl der abgetöteten Tiere in %. Abszisse = Zeit in Tagen

Das reproduktive Mycel des Pilzes erschien an den Fliegenmumien bedeutend später als an solchen der Kartoffelkäfer-Larven. Während der Durchbruch des Pilzes bei den letzteren bereits 24 bis 48 Stunden nach dem Absterben erfolgte, ließ er bei den an der Pilzseuche verendeten Fliegen 3 bis 4 Tage auf sich warten und blieb auf die dünneren, elastischen Teile der Chitinhülle beschränkt (Gelenk- und Intersegmentalhäute). Von dort breitet sich das Mycel weiter über die Körperoberfläche aus. Die harten Chitinwände der Segmente und Extremitätenglieder vermag das reproduktive Mycel hier offenbar nicht oder nur sehr schwer zu durchdringen, wohingegen ihm die weichere Chitinhülle der Kartoffelkäfer-Larven weit geringeren Widerstand entgegensetzt.

4. Praktische Bedeutung

Metarrhizium anisopliae ist ein polyphager Parasit und greift sowohl subterrane als auch oberirdisch lebende Insekten an. Er wurde von Metschnikoff 1879 an *Anisoplia austriaca* entdeckt, der ihn 1880 erstmalig erfolgreich gegen diesen Schädling und später gegen *Cleonus punctiventris* einsetzte. 1884 begann Krassiltschik in Smela bei Kiew den Erreger im großen zur Massenproduktion von Sporen zu züchten. In seinem Laboratorium konnten innerhalb von 4 Monaten 55 kg *Metarrhizium*-Sporen auf Reisnährböden erzeugt und zur Bekämpfung des Rübenrüßlers auf die Felder gebracht werden, dessen Massenauftreten zu jener Zeit dem Zuckerrübenbau in der Ukraine viel zu schaffen machte. Je ha wurden 8 kg Sporen ausgebracht und damit in 10 bis 12 Tagen 55 bis 80 % der *Cleonus*-Population vernichtet. Diesem erwartungsvollen Auftakt in der biologischen Schädlingsbekämpfung ist durch eine Absatzkrise der Zuckerindustrie ein plötzliches Ende bereitet worden, da die Grundbesitzer jetzt kein Interesse mehr an der Bekämpfung des *Cleonus* hatten.

Trotzdem haben Danysz und Wize (Danysz 1895, Danysz et Wize 1901 und 1903) weitere erfolgreiche Bekämpfungsversuche mit *M. anisopliae* in Rußland angestellt. Ermutigende Ergebnisse bei Großeinsätzen erzielten ferner Roker und Urich (1931) auf Trinidad gegen die an Zuckerrohr schädliche Schaumzykade *Tomaspis postica* sowie Friederichs (1919) gegen den indischen Nashornkäfer *(Oryctes rhinoceros)* auf Samoa. Durch Einbringen des Sporenmaterials in die aus Erde, Palmenholz und Kakaoschalen angelegten künstlichen Brutstätten konnten die dort angehäuften Larven jedesmal restlos von der Pilzseuche erfaßt werden.

Während des letzten Krieges haben sich die dänischen Forscher Notini & Mathlein (1944) eingehend mit der Frage der praktischen Anwendung des Pilzes befaßt und zahlreiche Insekten auf ihre Anfälligkeit gegen den Erreger geprüft. Die Infektion erfolgte durch Überbrausen der Versuchsflächen mit einer Konidienaufschwemmung bzw. durch Bestäuben der Tiere mit Sporenpulver. Dabei konnten die folgenden 25 Arten hinreichend abgetötet werden: *Sphinx pinastri, Dasychira pudibunda, Lymantria dispar, Agrotis segetum, A. nigricans, A. tritici, Rhyacia (Agrotis) pronuba, Barathra brassicae, Polia oleracea, P. pisi, Cerapterix graminis, Galleria mellonella, Ephestia kühniella, Tortrix poleana, T. viridana, Cossus cossus, Tinea secalella, Blastodacna putripenella, Hoffmannophila pseudopetrella, Argyresthia con-*

jugella, Contarinia tritici, C. pyrivora, C. leguminicola, Melolontha hippocastani und *Serica brunnea.*

Diese Versuche und nicht zuletzt die guten praktischen Erfahrungen beim Großeinsatz des Pilzes, die nun bereits so lange Zeit zurückliegen, machen es deutlich, daß die Scepsis, die heute noch vielfach der biologischen Bekämpfung mit pilzlichen und anderen Krankheitserregern entgegengebracht wird, unbegründet ist. Es ist zu erwarten, daß auch *Metarrhizium anisopliae* bei richtiger Kultur und Anwendung ebenfalls zur Entlastung der Kulturen von Schädlingsbefall wird beitragen können. Das haben unsere eigenen Bekämpfungsversuche bestätigt, über die in einem gesonderten Aufsatz berichtet werden soll.

5. Schlußfolgerungen

Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß wir es bei *Metarrhizium anisopliae* ebenfalls mit einem echten Ascomyceten zu tun haben, welcher während seines saprophytischen Lebensabschnitts neben der Konidienform auch die Ascus-Form hervorbringt. Für ihn ist daher der regelmäßige Wechsel zwischen den vom parasitischen Mycel gebildeten, kleinen rundlichen Konidien einerseits und den Ascosporen der saprophytischen Phase andererseits ebenso charakteristisch wie der Generationswechsel, d. h. das Alternieren von Gametophyt und Sporophyt.

Das Schicksal der Ascosporen hängt – wie bei den Beauverien –vom Substrat ab, auf das sie gelangen. Auf einem neuen Wirt leiten sie die parasitische Phase des Pilzes ein, während bei Keimung an der Mumie bzw. auf künstlichem Nährboden die letztere übersprungen und sogleich wieder im kleinen Kreislauf das saprophytische Mycel gebildet wird. Die Hyphen desselben wachsen aber nicht getrennt voneinander, sondern sind – wie bei *Beauveria* – zu Coremien miteinander verflochten. Die Coremienbildung an der Mumie, wahrscheinlich aber auch auf Nährböden, geht auf dort zur Keimung gekommene Ascosporen zurück.

Isolierung und Kultur des Pilzes bereitet keine Schwierigkeiten. Als tierpathogener Erreger gedeiht er aber nur auf eiweißreichen Substraten. Unser, schon früher beschriebener Standartnährboden (Schaerffenberg 1957a) hat sich nicht nur für laufende Röhrchenkulturen, sondern auch für Großzuchten zur Massenproduktion von Sporen bestens bewährt, ebenso aber auch Reis- und Kartoffel-Agar. Auf diesen Nährböden konnten 12 bis 15 mg Sporen/qcm gewonnen werden.

Metarrhizium anisopliae ist bedeutend temperaturabhängiger als die Beauverien. Unter 10° C stagniert das Wachstum und es kommt höchstens zur Ausbildung von Kümmermycelien. Mit steigender Temperatur nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit immer mehr zu, um oberhalb von 30° C wieder rückläufig zu werden. Das Temperatur-Optimum liegt zwischen 25 und 30° C.

Das parasitische Mycel von *Metarrhizium anisopliae* bleibt – in gleicher Weise wie bei *Beauveria bassiana* – auf Teile der Körperwand und des Fettkörpers beschränkt und kann daher die lebenswichtigen Organe nicht wesentlich beeinträchtigen, die erst nach dem Absterben des befallenen Insekts vom saprophytischen Mycel durchwuchert und aufgezehrt werden. Der Tod wird vermutlich auch hier durch Zerstörung der Blutzellen und Stillegung

des Kreislaufs infolge Konidienanhäufung im Blut herbeigeführt, wobei die Mitwirkung von Toxinen nicht ausgeschlossen erscheint.

Der Ablauf der parasitischen Phase des Pilzes wird durch Temperaturerhöhung merklich beschleunigt. Bei optimaler Entwicklungstemperatur zwischen 25 und 26° C erlagen Fliegen bereits in 4 bis 6 Tagen, Kartoffelkäfer-Larven in 7 bis 10 Tagen der Infektion, während sie zwischen 18 und 20° C 7 bis 10 bzw. 10 bis 14 Tage dazu brauchten.

Die große praktische Bedeutung von *M. anisopliae* erhellt vor allem daraus, daß dieser insektentötende Pilz bereits in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts neben *Beauveria bassiana* erfolgreich gegen die Cardinalschädlinge *Anisoplia austriaca* und *Cleonus punctiventris* in Rußland eingesetzt wurde. Nicht zuletzt aber sind die günstigen Erfahrungen, die in den Tropen bei der Bekämpfung von Zuckerrohrschädlingen sowie des indischen Nashornkäfers mit Hilfe dieses Pilzes gemacht worden sind, als Beweis dafür zu werten, daß es auch unter Freilandbedingungen möglich ist, künstliche Mykosen unter den Schädlingsmassen hervorzurufen.

Zusammenfassung

1. *Metarrhizium anisopliae* ist ein echter Ascomycet, der neben der Konidienform auch die Ascus-Form ausbildet.
2. Auf einem neuen Wirt leitet die keimende Ascospore wiederum die parasitische Phase des Pilzes ein, an der Mumie oder auf künstlichen Substraten hingegen bildet sie ein saprophytisches Mycel, dessen Hyphen sich zu Coremien vereinigen.
3. Als echter Tierparasit gedeiht der Pilz nur auf eiweißreichen Substraten. Reine Kohlehydrat-Nährböden sind daher zur Kultur desselben ungeeignet.
4. *M. anisopliae* stellt an die Außentemperatur höhere Ansprüche als die Beauverien. Unter 10° C stagniert das Wachstum. Mit steigender Temperatur nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit zu. Das Optimum liegt zwischen 25 und 30° C.
5. Der Ablauf der parasitischen Phase des Pilzes (Infektionsverlauf) wird durch Temperaturerhöhung merklich beschleunigt.
6. Die lebenswichtigen Organe bleiben vom parasitischen Mycel – infolge seines begrenzten Wachstums – weitestgehend verschont. Der Tod des befallenen Insekts wird daher nicht durch direkte Einwirkung des Parasiten, sondern indirekt durch Zerstörung der Blutzellen und Lahmlegung des Kreislaufs infolge Konidienanhäufung im Blut herbeigeführt. Die Mitwirkung giftiger Stoffwechselprodukte (Toxine) ist wahrscheinlich.

Summary

1. *Metarrhizium anisopliae* is a true Ascomycete which forms an ascus stage as well as a conidial stage.
2. In a new host, the germinating ascospore restarts the parasitic phase of the fungus but, in the mummy or on artificial substrates, it forms a saprophytic mycelium, the hyphae of which unite to form coremia.

3. As a true animal parasite, the fungus only grows on substrates rich in protein. Pure carbohydrate media are therefore unsuitable for culturing it.
4. *M. anisopliae* needs higher external temperatures than the *Beauverias* and development ceases below 10° C. The rate of development increases with rise in temperature. The optimum temperature is 25–30° C.
5. The conclusion of the parasitic phase of the fungus (the course of the infection) is greatly accelerated by rise in temperature.
6. Due to its limited development, the essential organs remain to a large extent untouched by the mycelium so that the death of the insects attacked is not a direct effect of the parasite. It is caused indirectly by the destruction of blood cells and the stopping of the circulation by the accumulation of conidia in the blood. It is possible that a toxin is also produced.

Literatur

De Bary, A.: Zur Kenntnis der insektentötenden Pilze. – Bot. Ztg., Jg. 25, 1–7, 9–13, 17–21, 1867, Jg. 27, 585–593, 601–606 1869.

— Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884.

Danysz, J.: Maladies contagieuses des animaux nuisibles. – Ann. Sci Agronom. **1**, 68–70, 1895.

— et Wize, K.: De l'utilisation des muscardines dans la lutte avec le *Cleonus punctiventris*. 1. mémoire (les travaux de l'année 1900). Paris 1901.

Friederichs, K.: Studien über Nashornkäfer als Schädlinge der Kokospalme. – Monogr. angew. Entomol. Nr. 4, 75–114, Berlin 1919.

Notini, G. & Mathlein, R.: Grönmykos förorsaked ar *Metharrhizium anisopliae* (Metsch) Sorok. I. Grönmykosen som biologiskt bekämpingmeddel. – Staten Växtskyddsanst. Medd. **43**, 1—90, 1944.

Rorer, J. B.: The green muscardine of froghoppers. – Proc. Agr. Soc. Trinidad and Tobago **10**, 1910.

— The green muscardine fungus and its use in cane fields. – Board of Agric., Trinidad and Tobago, Circular Nr. 8, Trinidad 1913.

Scharffenberg, B.: Die Hauptfruchtform (Ascus-Form) von *Beauveria bassiana* (Vuill) Link und *B. densa* (Vuill) Link. – Zeitschr. Pflanzenkrh. **62**, 544–549, 1955.

— *Beauveria bassiana* (Vuill) Link als Parasit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). – Anz. Schädlk. **30**, 69–74, 1957 a.

— Infektions- und Entwicklungsverlauf des insektentötenden Pilzes *Beauveria bassiana* (Vuill) Link. – Zeitschr. angew. Entom. **41**, 395—402, 1957 b.

Urich, F. W.: The Sugar Cane Froghopper (*Tomaspis varia* Fabr.). – l. c., Circular Nr. 9, 1913.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn, unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. Blunck †

Über Flug- und Wandergewohnheiten von *Pieris brassicae* L.

Von Hubert Roer, Bonn

A. Vorbemerkung

Die Tatsache, daß *Pieris brassicae* L. zuweilen ausgedehnte gerichtete Massenflüge unternimmt, ist seit mehr als 150 Jahren bekannt. C. B. Williams gebührt das Verdienst, als erster eine umfassende Arbeit über die bis 1930 registrierten Schmetterlingswanderflüge publiziert und damit zu weiterer Untersuchung in den verschiedensten Teilen der Welt angeregt zu haben. Sein besonderes Augenmerk richtete Williams in späteren Studien auf die Migrationen des Großen Kohlweißlings im Bereich der Britischen Inseln. Demgegenüber hat sich Blunck seit mehr als 30 Jahren um die Erforschung der Wandergewohnheiten des Falters auf dem europäischen Kontinent bemüht. Neuerdings (1954) hat der gleiche Autor in einer detaillierten Studie das Zustandekommen eines Massenfluges im Bereich der deutschen Ostseeküste geschildert und darüber hinaus den gesamten Fragenkomplex der Wanderungen des Falters noch einmal aufgerollt.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde dem Verfasser die Aufgabe[1], das vorliegende Beobachtungsmaterial nach einheitlichen Gesichtspunkten auszuwerten und durch eigene Experimente zur Klärung der offenstehenden Fragen beizutragen. Der erste Teil der Arbeit wurde dadurch erleichtert, daß Herr Prof. Dr. Dr. h. c. Blunck von ihm gesammeltes Material, das praktisch alle in der wissenschaftlichen Literatur und in sonstigen Publikationen gemeldeten Wanderflüge umfaßt, dankenswerterweise zur Auswertung zur Verfügung stellte (vgl. Anhang Tabelle I).[2]

Da die Wanderphase nur einen kleinen, kaum einige Tage umfassenden Teil im Lebenszyklus des Falters darstellt und wie alles lebendige Geschehen im großen Zusammenhang betrachtet werden muß, wäre an sich eine kurz gefaßte Biologie des Falters vorauszuschicken. Angesichts der zitierten Veröffentlichung von Blunck darf aber wohl auf diese Einführung verzichtet werden.

B. Vergleichende Übersicht über die beobachteten Wanderflüge des Falters

Wegen der unterschiedlichen Ausbreitungsrichtung des Wanderfalters im paläarktischen Verbreitungsgebiet seien die Gebiete mit – nach dem heutigen Stand unserer Kenntnis – einheitlichen Verhältnissen jeweils zusammen besprochen.

[1] Mit Unterstützung der „Deutschen Forschungsgemeinschaft".

[2] Aus Raummangel konnte der 13 Tabellen umfassende Anhang bei der Veröffentlichung nicht berücksichtigt werden. Er ist im Zool. Forschungsinstitut und Museum A. Koenig, Bonn/Rhein, sowie in der Landwirtschaftlichen Bibliothek der Universität Bonn jederzeit einzusehen.

I. Britische Inseln

Eingehende Untersuchungen über die Wanderflüge des Großen Kohlweißlings auf den Britischen Inseln hat WILLIAMS 1942 in den „Studies in the Migration of Lepidoptera" veröffentlicht. Mehre hundert gerichtete Flüge wurden bis zu diesem Zeitpunkt gemeldet, vor allem in den Jahren 1933, 1937, 1939 und 1940. Die registrierten Beobachtungen verteilen sich nicht etwa gleichmäßig über die ganze Insel. Sie konzentrieren sich weitgehend auf die Küstengebiete Südenglands. WILLIAMS führt verstärktes Auftreten des Falters auf fast regelmäßige Zuflüge vom Kontinent zurück; hingegen liegen kaum Anzeichen für Rückflüge aus England vor. „Nearly all records refer to immigration from the Continent towards England and very few indicate a movement in the reverse direction" (WILLIAMS 1939, p. 484). Für eingehende Beobachtungen über die Wanderrichtungen erwies sich das Jahr 1940, ein ausgesprochen reiches Wanderflugjahr in England, als besonders geeignet. Die Wanderungen der Sommerfalter folgten damals (WILLIAMS 1942, p. 199) 2 Hauptrichtungen; die eine in südlicher über Cambridge, Herfordshire, Oxford, Shropshire, Glouster, Somerset und Südwales bis zur Südküste, die zweite wurde durch Einwanderungen aus dem Süden bis Südosten bestimmt und verlief in südlicher Richtung entlang der Küste von Kent über Eastbourne, Hastings, der Insel Wight, Bournemoth, Poole, Bridport bis in die Grafschaft Devon. Demgegenüber traten Wanderzüge in anderen Teilen des Landes kaum in Erscheinung, obwohl der Falter auch dort ungewöhnlich stark flog. Zusammengefaßt lassen alle Migrationen auf den Britischen Inseln eine bevorzugte W- und NW-Flugrichtung für beide Generationen erkennen. Um etwaige, durch Außenfaktoren bedingte Einflüsse auf die Richtung zu erfassen, hat WILLIAMS alle Migrationen in 4 Gruppen eingeteilt:

I. Im Inland registrierte Flüge lassen zur Flugzeit der Frühjahrsfalter eine schwache Tendenz nach Norden erkennen („ . . . there is some evidence of a northerly movement in the second half of May and first half of June." 1951, p. 188), während die Sommergeneration andeutungsweise nach Süden tendiert („Although there are distinct southerly and south-easterly components in this second period they are by no means dominant and flights are recorded all round the compass" 1951, p. 188).
II. Im Bereich der Küste läßt sich weder eine bevorzugte nördliche Richtung der I. Generation noch eine südliche im Juli/August nachweisen („there is no definite northerly trend in the first season and the second has scarcely any southerly component" 1951, p. 188).
III. Das Hauptkontingent stellen streng nördlich und westlich gerichtete Einflüge vom Festland dar; vornehmlich handelt es sich dabei um Sommerfalter.
IV. Über die Flugrichtung auf See wandernder Falter liegen nur wenige Meldungen vor („ . . . . . there are very few records but some indication of a northerly trend in the first season" 1951, p. 188).

Während mehrere hundert Wanderflugbeobachtungen an *Vanessa atalanta, Aglais urticae, Colias croceus* und *hyale* auf den Britischen Inseln eine nördliche Ausbreitungsrichtung im Frühling und eine südliche im Herbst erkennen lassen, fügt sich *Pieris brassicae* bei Ausschaltung der ablenkenden Küstenlinien nur als Frühjahrsfalter in dieses Schema ein. Die Sommerfalter lassen in England keine südliche Wandertendenz erkennen („. . . in the first

there is evidence of a northerly movement when away from the apparently confusing effects of coast lines, but the second flight has no obvious southerly trend in Britain" 1951, p. 190).

II. Europäischer Kontinent

a. Ursprungszentren und Beziehungen zum Massenwechsel

Die starken Einflüge des Falters vom Kontinent über den Kanal nach England in Wanderflugjahren lassen erwarten, daß die Ausgangszentren auf dem europäischen Festland zu suchen sind. WILLIAMS (1930, p. 121) schreibt darüber: „It will be noted from an examination of the above and the summary diagram that the largest number of records come from Germany and are towards the S. This strongly indicates that the swarms originate in Scandinavia or the islands in the Baltic." Die in Tabelle 1 zusammengefaßten Wanderflugbeobachtungen zeigen in der Tat, daß das Gros der Migrationen seinen Ursprung im Bereich der Nord- und Ostsee hat. Daneben tritt der Falter in der Zone der deutschen Mittelgebirge und im Alpengebiet verstärkt auf, was auf nahegelegene Ursprungsherde schließen läßt. Nachstehend sind Beispiele für die räumliche Konzentration beobachteter Wanderflüge in den angegebenen Gebieten gegeben (vgl. Tabelle 1).

Auf der Ostsee traf LINSTOW im Sommer 1868 zwischen Südschweden und der deutschen Küste Schwärme südwestwärts ziehender Kohlweißlinge. KRÜGER vertritt im „Praktischen Ratgeber" vom 5. 9. 1920 die Ansicht, daß die Falter von Schweden herüberkamen. Das Preuß. Hafenbauamt berichtet über einen Massenflug, der Anfang August 1936 an der Küste bei Kolberg und Rügenwalde landeinwärts ging; gleichzeitig beobachtete der Leuchtturmwärter NICOLAYSEN von Fehmarn südwestwärts gerichtete Züge. BLUNCK (1954, p. 505–511) verdanken wir eingehende Beobachtungen über das Zustandekommen eines Wanderfluges im August 1936 an der Kieler Förde. In unmittelbarer Nähe der Küste bei Bülk hatten die Raupen starken Fraß an Steckrüben verursacht. Während mehrerer Wochen im August setzten die Vollkerfe dann schon bald nach dem Schlüpfen bei günstigem Flugwetter zum Wanderflug in südlicher bis südwestlicher Richtung an.

Ähnlich, wenn auch zahlenmäßig schwächer belegt, lauten die Berichte über gehäuften Falterflug im deutschen Mittelgebirgsraum. 1895 und 1896 beobachteten ENGBERT Schwärme im Vogtland und PABST in Kösen/Sachsen; weitere Meldungen liegen vor aus Dresden, Meißen, Kösen, Chemnitz. Im Sommer 1908, dem bis dahin stärksten Flugjahr seit 1896, wurden gleiche Erscheinungen aus Asch in Böhmen, Chemnitz, Oelnitz/Böhmen, dem Vogtland und aus Hof in Bayern gemeldet. Auch im Sommer 1927 beobachtete Massenflüge konzentrieren sich auf diesen Raum, nämlich auf Halle, Asch in Böhmen, dem Freistaat Sachsen sowie Rastenburg und Buttstädt, beide in Thüringen. Schließlich liegen gleiche Beobachtungen für 1937 aus Dresden, Grödnitz bei Riesa und Chemnitz vor.

Auch aus vielen Teilen der Alpen gingen Meldungen ein. PICTET (FRAENKEL, 1932, p. 89) verfolgte 1917 Kohlweißlingsflüge in der West- und Ostschweiz, LEDERER (1939, p. 133) 1937 im Gebiet des Seealpsees/Allgäu. Aus den Österreichischen Alpen meldet FRAENKEL Wanderflüge vom Pinzgau (2700 m), Jungfraugletscher (3400 m), Oldenhorn (3200 m) und Arollo-Gletscher (FRAENKEL, 1932, p. 90). In den letzten Jahren trat der Falter im gleichen Gebiet erneut verstärkt auf. Es liegen Wanderflugbeobachtungen vor vom Pitz Morteratsch bei Pontresina (SIDLER 1949 ?), Großglockner (RYSSKA 1949), Hospiz St. Bernhard in der Schweiz (PIERE PORCELLANA 1950). Über die Herkunft der Falter schweigt sich die Literatur weitgehend aus. PICTET (FRAENKEL, 1932, p. 89) nimmt für die Schweizer Züge Elsaß und Schwaben an.

Auffälligerweise liegen aus anderen Teilen Mitteleuropas keine Beobachtungen über gerichtete Massenflüge vor, eine Tatsache, für die auch WILLIAMS (1939, p. 485) keine Erklärung angeben kann. „Further to the West there are records of flights in Holland and France but it is curious to note that in spite of the numerous records in North and East Germany, there are practically no records in SW-Germany and in Central and Eastern France."

Wir können die Befunde dahingehend zusammenfassen, daß Massenflüge des Falters in den kühleren Klimazonen (Küsten und Gebirgslagen) des europäischen Verbreitungsgebietes eine auffallende Häufung aufweisen mit einer ausgesprochenen Zusammenballung im Ostseeraum. Wieweit dabei klimatologische Beziehungen bestehen, bleibt zu untersuchen. Schon jetzt sei darauf hingewiesen, daß Küstengebiete neben einem effektiveren Luftaustausch, der eine Herabsetzung der Tagesamplitude bewirkt, durch stärkere Insolation und größere Luftfeuchtigkeit charakterisiert sind.

Zu klären bleibt in diesem Zusammenhang noch, wieweit Ursprungsgebiete ausgedehnter Wanderflüge mit Gradationen zeitlich und räumlich korrespondieren. Deutlich sichtbare Zusammenhänge lassen sich für die Jahre 1936 bis 1938 aufzeichnen. 1936 konzentrierte sich der Schadfraß nach Angaben der Hauptstellen des deutschen Pflanzenschutzes auf Nord- und Ostdeutschland, während in den übrigen Gebieten des damaligen Reiches kein merklicher Schaden bemerkt wurde. Gleichsinnig meldeten die Dienststellen des Pflanzenschutzes in jenem Jahr Massenauftreten der Raupen nur aus Ostpreußen, von südlich Berlin bis fast nach Oberschlesien hin sowie aus Dänemark und Oldenburg. Nach Süden nahm der Befall schnell ab, und aus dem Rheinland wurden lediglich einzelne Herde bekannt. Wanderflüge wurden in diesem Jahr ausschließlich aus dem Schadgebiet gemeldet (vgl. Tabelle 1). Im Jahre darauf griff der Befall nach Berichten der gleichen Hauptstellen weiter um sich. Er erfaßte Hannover, Mecklenburg, ganz Schlesien, Brandenburg-West, Provinz und Freistaat Sachsen, Braunschweig, Anhalt, Thüringen, Hessen-Nassau, Westfalen, das Rheinland und Baden. Gleichsinnig wurden Wanderflüge aus weiten Teilen Deutschlands gemeldet. Verstärkter Flug auf den Britischen Inseln läßt überdies Beziehungen zum mitteleuropäischen Gradationsgebiet vermuten, in einigen Fällen durch Einflüge über den Kanal sich sogar nachweisen. Williams (1942, p. 192) schreibt dazu: „It will be seen that the flights were most extensive in 1933 and 1937, with relatively few in the intervening years. In 1937 there were many flights observed on the Continent . . ." Im gleichen Jahr muß die Gradation in Westeuropa zusammengebrochen sein, denn 1938 beschränkte sich der Schadfraß wieder mehr auf die Ursprungsgebiete Schlesien und Dänemark. Aus diesem Jahr liegen auch nur 3 Wanderflugbeobachtungen vor, nämlich vom Ferto-See in Österreich, aus Italien und Schweden (vgl. Tabelle 1).

b. Zeitliches Auftreten und Wanderrichtung

Das Gros der Migrationen fällt entsprechend der Zahl der Generationen des Falters im mitteleuropäischen Raum in die Zeit von Anfang Mai bis Mitte Juni und von Mitte Juli bis Ende August. Wenn dabei die Sommergeneration das Hauptkontingent stellt, so liegt die Ursache in dem dann wesentlich stärkeren Auftreten der Falter. Ausgedehnte Wanderflüge der Frühjahrsfalter sind nur selten beobachtet worden. Die meisten Meldungen betreffen das extrem starke Flugjahr 1937 (vgl. Blunck, 1954, p. 495–496). In der Regel tritt die 1. Faltergeneration so schwach auf, daß deren Migrationen nur dem geschulten Auge sichtbar werden. Darin liegt auch der Grund, weshalb wir über die Wandergewohnheiten der Frühjahrsfalter bislang kaum unterrichtet waren. Williams erwähnt zwar schon 1930 eine schwache nördliche Wandertendenz der Falter und weist auf die Parallele zum Gros europäischer Wanderfalter hin, eingehendere Untersuchungen stellte aber

erst Speyer (1948, p. 333–341) und Blunck (1954, p. 469) an. Nach Blunck (1954, p. 469) ist die Tendenz zum Ausführen von Wanderflügen bei den Frühjahrsfaltern kaum geringer als bei den Sommerfaltern. Erstere halten dabei vielfach eine nördliche oder nordwestliche Richtung ein. Sie ist aber keineswegs so einheitlich wie bei den süd- bis südwestwärts gerichteten Flügen der Sommergeneration in Mitteleuropa. Die Sommerfalter stellen nämlich mit über 80% den größten Teil der registrierten Migrationen.

In diesem Zusammenhang bleibt noch zu erwähnen, daß südwärts gerichtete Flüge gelegentlich auch zu späterer Jahreszeit, d.h. bei der in klimatisch günstigen Gebieten Deutschlands teilweise, weiter südlich aber regelmäßig auftretenden 3. Generation beobachtet worden sind. Lack (Loeliger, Rundschreiben Nr. 36 vom November 1951) sah zum Beispiel am 25. und 30. September 1950 in den östlichen Pyrenäen *Pieris brassicae* mit anderen Faltern zusammen auf der Wanderung in südlicher Richtung.

c. Reichweite der Migrationen

Unsere Kenntnisse über die Verhaltensweisen der Falter vor und während der Wanderung sind durch die Untersuchungen von Williams und Fraenkel wesentlich erweitert. Wenn noch viele Fragen offen geblieben sind, so liegt das an der Schwierigkeit direkter Beobachtung in Wanderstimmung befindlicher Falter. Als wesentlichen Fortschritt sind die Befunde von Speyer (1948, p. 339) und Blunck (1954, p. 526) zu werten, wonach die Wanderfalter völlig unabhängig voneinander fliegen: Sie können also auch einzeln auftreten. Damit wurde die bisherige Annahme, daß eine Massenvermehrung notwendige Voraussetzung für den Beginn einer Migration sei, unhaltbar. Ebensowenig wußten wir bislang über die Beteiligung der Geschlechter sowie das Alter der wandernden Falter. Williams (1942, p. 199) kommt auf Grund eingehender Untersuchungen zu der Feststellung: „It will be seen that there are remains of nearly three as many females as males." Nach Blunck (1954, p. 526) sind Männchen am Wanderflug weniger beteiligt als dem normalen Geschlechterverhältnis entspricht. Erst in den letzten Wandertagen verschiebt sich das Verhältnis zu ihren Gunsten. Nach Angaben des gleichen Autors (Blunck, 1954, p. 526) wandern die Weibchen nach der Begattung bald ab; ihr Wandertrieb erlischt wahrscheinlich wieder mit dem Ende der Präovopositionsperiode, d.h. 3 Tage nachdem der Falter geschlüpft ist. Demgegenüber waren die von Lederer (1939, p. 134) im Juli 1937 aus mehreren Wanderzügen im Allgäu herausgegriffenen Weibchen alle unbefruchtet. Umstritten ist ferner die mögliche Flugleistung sowie die Reichweite des Wanderfluges. Von verschiedenen Seiten sind zwar wiederholt Versuche mit gezeichneten Faltern angestellt worden, allen Bemühungen solcher Art blieb jedoch bislang der Erfolg versagt (vgl. S. 281). Williams (1942, p. 204) scheint *Pieris brassicae* ähnliche Flugleistungen wie den aus Südeuropa einfliegenden Rhopaloceren vom Typ des Distelfalters (*Vanessa cardui* L.) oder des Admirals (*Vanessa atalanta* L.) zuzutrauen, wenn er schreibt: „The map of the Continent shows the very definite southward movement which appears to start in Skandinavia, passes south, particularly through East-Germany, and the Tyrol and apparently breaks up against the Mass of the Alps." Demgegenüber gibt Blunck (1954, p. 515) als maximale Flugleistung 150–500 km an. Er geht dabei von folgenden Überlegungen aus: Bei einer durchschnittlichen Fluggeschwindigkeit von 2–4 m

in der Sekunde und 10–12 Stunden Flugdauer ergibt sich eine Tagesleistung von 70 bis maximal 175 km. Würde der Falter bis zum Heranreifen seiner Eier, d.h. 2–3 Tage, wandern, so könnte er die angegebene Strecke bewältigen. Nach Untersuchungen von Mell (1943, p. 48) liegt die Länge des alljährlichen Wanderweges in Süddchina bei 180–200 km. Obwohl exakte Nachweise noch nicht erbracht sind, ist so gut wie sicher, daß Williams die Flugleistung des Wanderfalters zu hoch eingeschätzt hat.

III. Außereuropäische Länder

Zur Vervollständigung der Übersicht muß noch auf außerhalb Europas beobachtete Wanderbewegungen ergänzend hingewiesen werden. Nach Bodenheimer (Williams [1939, p. 490–491] und Klein [1932, p. 442–443]) fliegt *Pieris brassicae* in Palästina und Jerusalem, also an der Südgrenze der paläarktischen Verbreitungszone, regelmäßig im Herbst aus kühleren Berglagen in jene Gebiete neu ein, die im Sommer infolge niedriger Luftfeuchtigkeit und zu hoher Temperatur ebenso regelmäßig entvölkert wurden. Während die Art sich in Palästina und Teilen Nordafrikas – wenn auch unter großen Opfern – halten kann, weil in der heißen Jahreszeit oberhalb der fatalen Zone gelegene Areale im Winterhalbjahr von kühleren Höhenlagen aus neu besiedelt werden können, fehlt sie nach Klein (1932, p. 442) und Williams (1939, p. 491) in Ägypten zwangsläufig wegen der fehlenden Einflugmöglichkeiten. Gleichsinnig lauten Berichte aus den südlichen Grenzarealen Indiens. Hingsten (Williams, 1939, p. 491) beobachtete von März bis April 1928 in Dharmsala/Nordindien einen starken Wanderflug von *Pieris brassicae* in nordwestlicher Richtung am Südabhang des Himalaja. Williams (1939, p. 491) schreibt darüber: „Lefroy (1909) says that it migrates from the hills in the cold weather, and early hot weather. It spends this period in the sub-montine district of the Himalayas, breeding there on cultivated Cruciferae, and returns to the hills for the summer." Gleichsinnig meldet Fletcher (Williams ebda.), daß die Art in Pusa von Anfang Februar bis Mai brütet, dann aber bis zum nächsten Jahr völlig fehlt („At the beginning of May all disappear and none are seen till the following February"). Mell (1943, p. 48), der dieselbe Auffassung vertritt, gibt den alljährlichen Wanderweg des Falters in diesem Gebiet mit maximal 200 km an. Ähnliche Wandergewohnheiten meldete Mell auch für *Pieris canidia*, *Terias hecabe*, *Delias belladonna* u.a. in der Canton-Ebene.

IV. Deutungsversuche über die Ursachen der Migrationen

Williams (1930, p. 351–397) und Fraenkel (1932, p. 174–212) gebührt das Verdienst, Versuche zur kausalen Analyse der Falterwanderungen angestellt und auf die Möglichkeiten mittelbar und direkt einwirkender Faktoren hingewiesen zu haben. Fraenkel (1932, p. 174) stellte seine Deutungsversuche unter 3 Gesichtspunkte: 1. Jahreszeitliche Wanderungen, 2. Nahrungsmangel, 3. Fortpflanzung. Er kam dabei aber zu einem im wesentlichen unbefriedigenden Ergebnis. Migrationen können danach weder als saisonbedingt im Sinne des Vogelzuges erklärt werden, noch lassen sich kausale Beziehungen zwischen Nahrungsmangel und zugauslösenden Faktoren fest-

stellen. Auch Beziehungen zu Hochzeitsflügen und Eiablageplätzen lehnt der Autor als nicht vorhanden ab. Ebensowenig wie FRAENKEL ist WILLIAMS zu positiven Resultaten gekommen: „It has also been impossible to show any regular relation between migration and contours, atmospheric pressure, shortage or excess of moisture, scarcity of food or excessive cold or heat" (1930, p. 422).

Inzwischen ist dank der durch beide Forscher ausgelösten intensiveren Beobachtungen einiges Material hinzugekommen. So stellte sich heraus, daß Einzelfalter ebenso wie auf engem Raum zum Schlüpfen gekommene dem Wandertrieb unterliegen können; demnach scheiden also die eigentlich am nächsten liegenden Deutungen, nämlich Massenvermehrung und damit im Gefolge sich einstellender Nahrungsmangel ziemlich sicher als Ursachen aus. Allenfalls wäre denkbar, daß massiertes Heranwachsen der Brut auf engem Raum den Wandertrieb verstärkt (BLUNCK 1954, p. 526). Eine von KETTLEWELL (1922, p. 832–833, Ref. 1953, p. 156) vorgebrachte Hypothese steht allein. Der Autor sieht in den Wandertypen homozygote, d. h. als Wandererdeterminierte (MM-) sowie fakultativ wandernde (Mm-) Typen der betreffenden Form, während die im ursprünglichen Areal verbleibenden Individuen die homozygot rezessiven (mm-) Typen sein sollen. So bestechend diese Hypothese an sich sein mag, Nachweise für ihre Berechtigung sind bisher nicht erbracht (vgl. S. 303).

SEILKOPF (1952, p. 416–420) untersuchte die atmosphärischen Verhältnisse bei Massenwanderungen von *Vanessa cardui* L., *Pieris brassicae* L. und *Plusia gamma* L. aus den Jahren 1946–1950. Dabei konnten Zusammenhänge zwischen der Zugrichtung wandernder Falter und vorherrschenden Windströmungen in der Troposphäre aufgedeckt werden. Nach SEILKOPF sind für frühsommerliche Nordflüge troposphärische, sich nordwärts ausdehnende Warmluftzungen charakteristisch, in denen sich Eigenschaften subtropischen Klimas nordwärts ausbreiten. Der Autor glaubt, in einigen Fällen beobachtete Abweichungen von der normalen Zugrichtung Besonderheiten der troposphärischen Temperaturverteilung zuordnen zu können. „Außerdem besteht die Möglichkeit, daß von den Gleit- und Umlagerungsvorgängen an den Grenzen warmer und kalter Luftmassen ausgehend meteorotrope Reize auch im Schmetterlingsorganismus gesetzt werden" (SEILKOPF, 1952, p. 419). Aus der Ornithologie werden entsprechende, durch ganz bestimmte Luftmassen ausgelöste Zugbewegungen schon länger gemeldet, besonders bei außenweltbedingten Zugvögeln (Stockente, Waldschnepfe u. a.) (SCHÜZ, 1952, p. 138). So wies SCHENK (SCHÜZ ebda.) nach, daß in Ungarn starker Waldschnepfenzug zu erwarten ist, wenn über den Britischen Inseln ein Tief, über den Karpathen aber ein Hochdruckgebiet lagert und somit Warmluft aus dem Südwesten in die Balkanländer einströmt. Damit im Zusammenhang stehen Befunde DROSTS (SCHÜZ, 1952, p. 138), nach denen die im Herbst früh wegziehenden Zugvogelarten Mittel- und Nordeuropas in der Regel mehr nach SE, die später ziehenden dagegen mehr nach SW wandern.

Bei den hier in Rede stehenden Vogelarten stellt die Zugphase einen integrierenden Bestandteil im Lebenszyklus dar. Das gilt aber nicht ohne weiteres auch für alle Wanderfalter. Nach dem heutigen Stand unseres Wissens muß zwischen obligatorisch wandernden und solchen Arten unterschieden werden, die nur gelegentlich vom Wandertrieb erfaßt werden. Bei *Pieris brassicae* können nach BLUNCK (1954, p. 526) in Norddeutschland beide Generationen wandern, nach MELL (1943, p. 48) und FLETCHER (WILLIAMS, 1938, p. 491)

im Himalaja und Bodenheimer (Williams, 1939, p. 490–491) fliegen in Palästina aber nur einzelne Generationen regelmäßig gerichtet.

Es ist demnach nicht ausgeschlossen, daß bestimmte Klimakombinationen die Falter zum Wanderflug stimulieren und die Wanderrichtung durch die topographische Temperaturverteilung fixiert wird.

Mell (1943, p. 48 und 1955, p. 1–23) sieht die Ursache der Migrationen in dem Versuch der Falter, meteorologisch entstandene sexuelle Hemmungen auszugleichen. Er geht dabei von der Feststellung aus, daß bei einer über das Vitalitätsoptimum ansteigenden Temperatur – unter dem hier die größte Leistung in der Sexualsphäre gemeint ist – die Entwicklungsbeschleunigung noch anhält. Unter der Einwirkung stark überoptimaler Temperatur kommt es nach Mell wahrscheinlich zu einer weitgehenden Hemmung der Eibildung. Der infolgedessen drohende Untergang der Art wird durch Abwanderung nach Gebieten vermieden, die der physiologischen Konstitution besser entsprechen. „*Pieris brassicae* wandert in der kühlen Zeit aus den tieferen Lagen am Südhang des Himalaja in die Vorberge an seinem Fuß und legt hier ab. Die Nachkommen dieser Südwanderer erleiden bei Temperaturen über 25° C, also in 2 oder 3 Generationen, Hemmungen in der Eiproduktion, bei Temperaturen von 28° C aufwärts Hemmungen in der Eiablage, und wandern dann in ihnen meteorologisch günstigere Gegenden ab, nämlich zurück in tiefere Lagen des Himalaja“ (Mell, 1943, p. 48).

Wenn der Wandertrieb bei manchen Arten bzw. Generationen nicht zum Durchbruch kommt, könnte das daran liegen, daß die herrschende Witterungskonstellation in dem betreffenden Gebiet den physiologischen Ansprüchen der Tiere entspricht. Bei genauer Beobachtung müßten dann Übergänge von kaum bemerkbaren Streichen bis zum ausgesprochen gerichteten Flug nachweisbar sein. Möglicherweise befindet sich der Wanderfalter in einem Zustand temperaturbedingter gesteigerter Aktivität – nach der Aktivitätsskala von Weber (1954, p. 358) Stufe 4–5. Für diese Annahme sprachen Beobachtungen Bluncks an wandernden *Pieris brassicae*. Blunck (1954, p. 512–513) fand in ausgesprochener Wanderstimmung befindliche Falter nie an Blüten saugen; Darmuntersuchungen aus den Schwärmen herausgegriffener Individuen ergaben, daß diese nicht wie ihre ortsfesten Artgenossen mit honiggefülltem, sondern leerem Ösophagus flogen. Wir neigen dazu, den Befund im Sinne einer durch gesteigerte Aktivität verhinderten Nahrungsaufnahme zu deuten. Mit über das Vitalitätsoptimum ansteigender Temperatur wird nämlich der Nahrungsreiz des Insekts durch Richtungsbewegungen, Phototaxien u. a. in zunehmendem Maße kompensiert, so daß sich diese schließlich ungehemmt auswirken können.

Gegenüber den genannten, im einzelnen noch unbefriedigend geklärten Beobachtungen, liegen aber in einigen Fällen exakte kausale Erklärungen der Migrationen vor. Richtungweisend sind dabei Befunde über die Wandergewohnheiten des Monarch (*Danaus plexippus plexippus* L.), eines typischen Wanderfalters Nordamerikas. Alljährlich zwischen August und Oktober verläßt dieser Tagfalter den nördlichen Teil des Landes und wandert in Schwärmen entlang der pazifischen Küste bzw. durch den östlichen Teil der USA südwärts. Shanon (Fraenkel, 1932, p. 93) vertritt mit Nachdruck die Ansicht, daß diese Herbstwanderungen entlang bestimmter „Zugstraßen“ erfolgen, die gleichzeitig bevorzugte Vogelzuglinien darstellen. Nach Williams (1942, p. 172) kommt *Danaus plexippus* erst im Bereich der milden Küstenzonen Südkaliforniens und in Florida zur Ruhe und überwintert dort. Wei-

ter nördlich trifft man den Falter in der kalten Jahreszeit nur gelegentlich, nördlich des 31. Breitengrades übersteht er den Winter im allgemeinen nicht (Fraenkel, 1932, p. 94). Sobald im Frühjahr die Durchschnittstemperatur über 75° F (etwa 25° C) ansteigt, verlassen die Falter ihre Überwinterungsgebiete und besiedeln die nördlichen Areale aufs neue. Bisher ist noch nicht geklärt, ob die Frühjahrswanderflüge dabei von den Vertretern einer oder mehrerer Generationen bestritten werden. Erwiesen ist, daß der Monarch in Florida während der Zeit, in der die Durchschnittstemperatur über 80° F (27° C) ansteigt, völlig fehlt. Andererseits breitet er sich nur so weit nach Norden aus, wie der Schwellenwert von 50° F (10° C) nicht unterschritten wird. Der Monarch pendelt somit in Gebieten innerhalb dieses Temperaturbereiches hin und her, wandert im Frühjahr wie Zugvögel kälteren, im Herbst dagegen wärmeren Zonen entgegen. Es kann also als sicher gelten, daß die Temperatur einen, wahrscheinlich den entscheidenden Anreiz zum Wandern liefert. In enger Beziehung zum großklimatischen Temperaturgefälle, wenn auch im einzelnen noch nicht klar nachgewiesen, hat man sich dabei die eingeschlagene Flugrichtung vorzustellen. Es ist kaum anzunehmen, daß sich die Natur in so lebenswichtigen Fragen wie der Richtungswahl dem unsicheren Zufall überläßt.

Was bei *Danaus plexippus* festgestellt wurde, gilt im Grunde ebenso für *Agrotis ypsilon* in Ägypten und wahrscheinlich auch in Indien. Williams schließt aus eigenen Untersuchungen, daß *A. ypsilon* wandert, wenn dort die durchschnittliche Maximaltemperatur über 29° ansteigt. Auch von anderen Insektenordnungen liegen gleichsinnige Befunde vor. Nach Gunn und Perry (Waloff und Rainey, 1951, p. 15) stellt die Wanderheuschrecke *Schistocerca gregaria* bei Lufttemperaturen unter 23° ihren Flug bei fehlendem Sonnenschein unverzüglich ein. „The lowest air temperature at which fully mature locusts were seen to take to the air in sunless conditions was 26°, and settling was observed at 25°: spontaneous short flights by partly mature locusts were seen in the absence of sunshine at 24°, which settling at 23°." (Waloff und Rainey, 1951, p. 11). Bei sonnigem Wetter liegt der Schwellenwert aber bereits niedriger.

Weitere Angaben über Korrelationen zwischen Insektenwanderzügen und hohen bzw. ansteigenden Temperaturen finden sich noch wiederholt in der Literatur. So berichtet Palmen (1946, p. 122–131) von einem auffallenden Massenflug der Gammaeule (*Plusia gamma* L.) und des Distelfalters (*Vanessa cardui* L.) am 25. 6. 1946 in Südfinnland. „Nach der relativ kühlen ersten Junihälfte erfolgte am 24. 6. plötzlich eine auffallende Erwärmung der über Finnland befindlichen Luftmassen. Auf der Insel Russarö, 3 km südlich des Beobachtungsortes, wurde ein Temperaturanstieg von 14° um 9 Uhr vormittags bis 20° um 20 Uhr abends beobachtet." In der Ornithologie ist die Bedeutung der Temperatur als zugauslösender Faktor lange bekannt. Es sei hier nur an die Versuche mit gekäfigten Rotkehlchen erinnert, bei denen Frühlings-Zugunruhe durch plötzliches Erwärmen des Zimmers von 0 bis 5° ausgelöst werden konnte. (Palmgren, 1938, p. 45).

C. Untersuchungen über Verhaltensweisen der Vollkerfe mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wanderphase

I. Versuchsmethodik

Seitdem vor nunmehr einem halben Jahrhundert der dänische Ornithologe MORTENSEN durch die Ringmethode den Grundstein zur Erforschung des Vogelzuges legte, wobei das weitreichende Interesse in allen Teilen der Bevölkerung scheinbar unüberwindliche Widerstände rasch überwand, fehlt es nicht an Ansätzen, mit ähnlichen Verfahren auch in der Entomologie weiterzukommen. Man dachte daran, dabei durch Verwendung geeigneter Farbkennzeichen der Kleinheit und Empfindlichkeit der Insekten Rechnung tragen zu können.

Die sicherste aber zugleich schwierigste Methode besteht darin, gezeichnete Individuen zu beobachten und anhand von Rückmeldungen direkte Nachweise zu erbringen. Man kann aber in gewissen Fällen bereits aus der Beobachtung, z. B. der Schnelligkeit ihres Verschwindens vom Auflaßpunkt, Rückschlüsse ziehen. Diese letztere Art der Untersuchung ist für bestimmte Fragestellungen des Massenwechsels ausreichend.

a. Markierung der Falter

Die ersten praktischen Markierungsversuche an Lepidopteren datieren unseres Wissens vom Jahre 1925. MEDER (Ref. WILLIAMS u. a. 1942 p. 222) setzte damals mit seinen Mitarbeitern Versuche zur Erforschung von „Wanderstraßen" der Kohlweißlinge an; in verschiedenen Orten Schleswig-Holsteins wurden 4—5000 Weißlinge gefangen und nach einem bestimmten System mit Punkten und Strichen gezeichnet. Als Farbstoff verwendete MEDER eine 0,8%ige Lösung von Rubin und etwas Schellack. COLLINS und POTTS (Ref. WILLIAMS u. a. 1942, p. 222) verwendeten im Zusammenhang mit der Erforschung des in den USA sich ausbreitenden Schwammspinners *(Lymantria dispar* L.) in 70%igem Alkohol gelöste Anilinfarben sowie mit Petroleum verdünnte Artifarben. Demgegenüber markierte QUERCI (Ref. WILLIAMS u. a. 1942, p. 222) zahlreiche, nicht näher benannte Schmetterlingsarten in Cuba durch Ausschneiden kleiner Flügelpartien. Er konnte durch Wiederfunde im folgenden Jahr deren Übersommerung nachweisen. 1936 und 1938 klebte FLETCHER (Ref. WILLIAMS u. a. 1942, p. 222) bei Flugversuchen mit *Vanessa cardui* L. und *atalanta* L. kleine Etiketten mit der Bezeichnung des Auflassungsortes und einer laufenden Nummer auf die Falterflügel. URQUHART (Ref. WILLIAMS u. a. 1942, p. 223) beschrieb 1941 eine andere Methode, die er in Kanada zur Markierung von *Danaus plexippus* ausarbeitete und später (nach mündlicher Mitteilung von C. B. WILLIAMS/Rothamsted) mit Erfolg anwendete. Mit einem Papierdorn wurde dabei am Rande des rechten Vorderflügels dicht hinter der Radialaderung ein kleines Loch gestoßen, sodann ein einseitig gummiertes Papieretikett um die Flügelkante gebogen und durch das Loch festgeleimt. Der Vorgang soll nur 15 Sekunden in Anspruch nehmen. Jedes Etikett enthielt neben einer laufenden Nummer die Aufschrift „Return to Museum Toronto, Ontario". SPEYER (1948, p. 337) suchte den bisherigen, mit erheblichem Arbeits- und Zeitaufwand behafteten individuellen Markierungsmethoden auf folgende Weise zu begegnen: Er verwendete eine aus Maschendraht gefertigte Trommel (80 cm lang, 25 cm Durchmesser), die auf 2 Gabelstützen ruht und wie eine Trockenbeiztrommel in langsame Umdrehung versetzt werden kann. In diese Trommel können bis zu 100 Falter eingesperrt und bei langsamer Umdrehung von außen mit einem Farbstoff besprüht werden. SPEYER empfiehlt dafür alkoholische und wasserunlösliche Gummidruckfarben, die durch Zusatz von denaturiertem Spiritus weiter verdünnt werden können. Auf diese Weise lassen sich in der Tat innerhalb kurzer Zeit große Mengen zeichnen, es besteht aber die Gefahr einer Beeinträchtigung der Sinnesorgane.

Zur Vervollständigung dieses Überblickes sind noch die von der „Deutschen Forschungszentrale für Schmetterlingswanderungen" (WARNECKE-WITTSTADT) aufgestellten Richtlinien zu erwähnen. Dabei wird die Kontrolle der Ein- und Rückflüge von *Vanessa cardui* L. und *atalanta* L. in den mitteleuropäischen Raum durch enge Zusammenarbeit zwischen der Schweiz, Österreich und Deutschland angestrebt. Wegen der Notwendigkeit einheitlicher Markierung wird den Mitarbeitern dazu spirituslösliche Anilinfarbe empfohlen. Sie soll in

Form eines breiten Striches auf eine Vorder- oder Hinterflügelunterseite aufgetragen werden. Die Schweiz färbt rot, Österreich gelb, Deutschland grün.

Gemessen an den mit erheblichem Aufwand durchgeführten Experimenten sind die bisherigen Ergebnisse sehr gering. Das mag auch der Grund für die zunehmende Inaktivität der Versuchsansteller sein. MEDERS Versuche mit 4000–5000 gestarteten Weißlingen in Schleswig-Holstein blieb jeder Erfolg versagt. Nicht anders erging es FLETCHER und SPEYER (nach mdl. Mittlg. von Herrn Prof. Dr. h. c. BLUNCK). Von 403 in Rothamsted 1939 gezeichneten *P. brassicae* L., *P. rapae* L., *P. napi* L., *Vanessa io* L. und *Vanessa cardui* L. wurden 5 % innerhalb von 8 Tagen in der Umgebung wiedergefangen. COCKBILL faßt dieses Ergebnis dahingehend zusammen: „The numbers are too small to yield much real information . . ." (WILLIAMS u. a. 1942, p. 224). Die in mehreren europäischen Ländern tätigen vorerwähnten Arbeitsgemeinschaften können nach MAZUCCO/Salzburg (1954, p. 95) und WARNECKE/Hamburg (1954, mündliche Mittlg.) noch keine Ergebnisse aufweisen.

1. Mechanische Kennzeichnung

Auf der Suche nach einer möglichst einfachen, den empfindlichen und auffallend gefärbten Pieriden am ehesten angepaßten Markierungsmethode prüften wir im Freiland verschiedene Farbstoffe und Möglichkeiten. Das Anfärben bietet nämlich gegenüber der Zellophanetikettierung nach URQUHART (vgl. S. 281) gerade beim Kohlweißling mit seiner leuchtend weißen Gesamtfärbung beachtliche Vorzüge. Als geeignetes Färbemittel erwies sich dabei wegen seiner rasch trocknenden und ein Zusammenkleben der Schmetterlingsflügel verhindernden Eigenschaften spirituslöslicher Artifarbstoff (Anilin) der Farbfabriken Bayer. Mann kann einen Falter unbedenklich mit seinen Flügeln in die Lösung eintauchen. Ein so markierter Kohlweißling ist in jeder Flügelstellung als Besonderheit kenntlich. Zahlreiche, selbst von Laien uns wieder eingesandte Versuchsfalter sprechen dafür, daß dieses Tauchverfahren bei Faltern mit heller Grundfarbe Erfolg verspricht.

Im einzelnen sind folgende Handgriffe zu beachten: Der mit geschlossenen Flügeln ruhende Falter wird mit 2 Fingern erfaßt und so in die aus einer Klemme gefertigte Haltevorrichtung eingespannt, daß sich Vorder- und Hinterflügel möglichst nicht überschneiden. Das Tier verharrt bei abwärts gerichtetem Thorax meistens bewegungslos und ohne Schaden zu nehmen, vorausgesetzt, daß seine Flügel schon hinreichend erhärtet sind. Frisch geschlüpfte, d. h. kaum flugfähige Vollkerfe dürfen demnach noch nicht eingespannt werden. Die in Abständen von 10 cm auf Holzunterlage befestigten Klammern werden entsprechend mit Faltern beschickt. In einem Arbeitsgang können nunmehr die Vorder- bzw. Hinterflügel unabhängig voneinander in die gewünschte Farblösung eingetaucht werden. Für viele Untersuchungen wird dieses, allen Versuchsfaltern gemeinsame Farbzeichen genügen; zur Erforschung der Verhaltensweisen einzelner Individuen oder bestimmter Gruppen haben sich zusätzliche Farbmarkierungen, die mit einem Pinsel auf noch freie Flügelflächen aufgetragen werden, bewährt. Theoretisch steht der Verwendung individueller Zeichen – wobei verschiedene Farben den Zahlen von 0–9 entsprechen – nichts entgegen; für unsere Massenversuche erwiesen sich zusätzliche *Tageskennzeichen*, nach dem gleichen Prinzip angeordnet, als ausreichend. Nach dieser Methode zeichneten wir 1954 viele tausend *P. brassicae*-Falter, wobei sich eine Durchschnittsleistung von 80–90 Stück je Stunde ergab. Es bedarf kaum der Erwähnung, da dieses Fließbandverfahren Markierungsfehler weitgehend ausschaltet.

Verbesserungen gegenüber den Experimenten unserer Vorgänger ergeben sich einmal aus der Tatsache, daß Falter von *P. brassicae* durchschnittlicher Größe mit auffallend gezeichneten Flügeln – hochrot erwies sich als sehr günstig – sich noch aus 50–60 m Entfernung gegenüber normalen deutlich abheben. Zum anderen verwendeten wir bereits im Puppenstadium eingetragenes

und dann frisch geschlüpftes Material, so daß wir von einer einheitlichen Versuchsbasis ausgehen konnten. Da überdies Kühlräume zum Aufbewahren der Puppen bereitstanden, konnten wir den Schlüpftermin durch fraktioniertes Erwärmen kontrollieren und so rein technisch aus einem Massenschlüpfen resultierende Arbeitsspitzen überwinden.

2. Vitalfärbemethode

Zusätzlich sei auf eine weitere Markierungsmethode hingewiesen, die sich wahrscheinlich auch auf andere Insektenordnungen als die Lepidopteren übertragen läßt. Manchem Lepidopterologen sind gewiß schon Zygaenen mit abweichenden, braunen Flügeln aufgefallen; BURGEFF (1910, p. 144) wies erstmalig nach, daß diese Variationen auf Eisengehalt in den Pigmentkörnern beruhen, den die Raupen auf eisenreichen Böden mit ihrer Nahrung aufnehmen. Ein Teil der Pigmente wie des Fettkörpers wird bekanntlich unverändert aus dem Körper der Larve in die Imago übernommen. Von ähnlichen Voraussetzungen gingen zu Beginn dieses Jahrhunderts französische Seidenhändler aus, als sie Vitalfärbungsversuche an Seidenspinnerraupen anstellten mit dem Ziel, gefärbte Naturseide zu gewinnen. In Experimenten mit weiteren Lepidopteren wurden in diesem Zusammenhang auch vielgefärbte *P. brassicae* untersucht, die sie durch Verfüttern neutralrothaltiger Cruciferenblätter an die Raupen erhalten hatten. Der Gedanke, auf dieser Basis eine brauchbare Faltermarkierung auszuarbeiten, regte uns zu Testversuchen an, die nach positivem Verlauf im Sommer 1954 erstmals Freilandversuche ermöglichten.

Die Vitalfärbung führten wir in folgender Weise aus: Die Raupen wurden nach der letzten Larvenhäutung, also in einem Stadium, in dem der Nahrungstrieb besonders ausgeprägt ist, mit den mit Neutralrot präparierten Blättern gefüttert. Es hatte sich nämlich gezeigt, daß Jungraupen mit dem staubförmigen Pulver bestrichene Blätter oft nicht widerstandslos annahmen und überdies bei zu starker Dosierung nicht näher untersuchten Erkrankungen zum Opfer fielen.

Wenige Stunden nach der Aufnahme des Farbstoffes verfärbt sich der gesamte Raupenkörper gleichmäßig lila bis intensiv rot. Verfärbung der Kotballen deutet darauf hin, daß ein Teil des Neutralrots wieder ausgeschieden wird. Demnach scheint die absorbierte Substanz sehr gering zu sein. Bis zu einem gewissen Grade kann aber die Farbintensität der Raupe als Indikator für die aufgenommene Menge dienen. Optimale Vitalfärbung der Imagines erhielten wir jedoch erst nach wiederholten Gaben. Verweigern Raupen die Nahrungsaufnahme, läßt man sie einige Stunden hungern, was allerdings bei nahezu verpuppungsreifen Individuen Notverpuppung auslösen kann. Es empfiehlt sich daher, fraßanregende Hungerkuren bei niedrigerer Temperatur, also nicht in der warmen Tageszeit, vorzunehmen. Behandelte Raupen, die ihren Reifungsfraß beendet haben, suchen wie üblich einen geeigneten Verpuppungsort auf, spinnen aber einen rosaroten Gürtelfaden und schreiten anschließend zur Verwandlung. Die anfangs mehr oder weniger intensiv rot gefärbten Puppen verblassen mit fortschreitender Erhärtung der Cuticula, während die Intersegmentalhäute ihre Rosatönung beibehalten. Die Vollkerfe zeigen in ihrer Flügelfärbung alle Übergänge vom kaum merklichen Rosa bis intensiven Lila. Im einzelnen lassen sich die Befunde in folgendes Schema bringen:

Farbintensitätsstufe	Vorderflügelinnenseite	Hinterflügelinnenseite	Abdomen	Komplexaugen
I	normal	normal	leichtrosa	rosarot
II	normal	normal	rosarot	rot
III	rosa	angedeutet rosa	rosarot	rot
IV	intensiv rosa	rosa	rot	rot
V	lila	intensiv rosa	rot	rot

Nach eingehender Beobachtung freifliegender vitalgefärbter Kohlweißlinge können Falter der Farbintensitätsstufe III und IV rein optisch für Flugversuche verwendet werden; Imagines der unteren Stufen sind nur nach eingehender Betrachtung kenntlich, während man bei Gruppe V den Beginn einer – vermutlich durch Überdosierung bedingten – Schwächung erkennen kann.

Der ursprüngliche Plan, bei Massenauftreten von Raupen den Farbstoff im Freiland über die befallenen Pflanzen zu verstäuben, ließ sich 1954 wegen schwachen Befalls noch

nicht verwirklichen. Wir mußten daher die Altraupen eintragen und im Insektarium behandeln.

Demnach hat die Vitalfärbemethode mit Neutralrot gewisse Vorzüge gegenüber mechanischen Verfahren und verspricht zur Klärung bestimmter Fragen Erfolg; die technische Handhabung bedarf im einzelnen jedoch noch weiterer Vervollkommnung und Prüfung im Freilandversuch.

3. Beeinträchtigung der Flugaktivität

Von entscheidender Bedeutung für die Brauchbarkeit jeglicher Markierung ist die Frage, wie weit diese das Verhalten des Individuums, sei es durch direkte Eingriffe oder durch Veränderung seiner Umweltbedingungen, derart beeinträchtigt, daß die Versuchsverhältnisse nicht den normalen Bedingungen entsprechen. Daß jeglicher Eingriff unter möglichster Schonung des Individuums zu erfolgen hat, versteht sich von selbst. Trotzdem wäre es möglich, daß so empfindliche Insekten, wie sie unsere Schmetterlinge darstellen, auch dann noch ungünstig auf die Behandlung reagieren. Andererseits gilt als erwiesen, daß die Tiere keineswegs auf jede äußere Veränderung antworten, die ihre Sinnesorgane nachweislich wahrnehmen können.

Es wäre z. B. denkbar, daß durch künstliche Flügelfärbung eine Verschiebung der Körpertemperatur verursacht wird. Nach Weber (1954, p. 355) scheint eine ungleiche Färbung der Ober- und Unterseite bei Rhopalocerenflügeln keine merkliche Rolle zu spielen. Das würde der früher geäußerten hypothetischen Deutung des „Trachtmerkmals als Wärmeschutztracht" widersprechen. Schwerwiegender sind möglicherweise Veränderungen durch Vitalfärbung, wenn der gesamte Insektenkörper mehr oder weniger von der normalen Färbung abweicht. Wir konnten uns bei einschlägigen Erhebungen nur auf das Verhalten freifliegender Falter stützen. Hier zeigte sich aber überraschende Kongruenz mit unbehandelten Individuen. Falter mit violett, rot, grün und gelb markierten Flügeln wie auch vitalgefärbte Weißlinge tummelten sich tagelang am Startplatz, kopulierten und saugten an Blüten (Abb. 9). Dennoch darf die Möglichkeit einer Verschiebung des Auslösewertes bei optisch reagierenden Lepidopteren nicht geleugnet werden. Leider sind bisher keine exakten Untersuchungen über die die Paarung bewirkenden Schlüsselreize bei *P. brassicae* bekannt geworden. Magnus (1953, p. 610) verdanken wir aber diesbezügliche Studien am Kaisermantel (*Argynnis paphia* L.), in denen nachgewiesen wird, daß der Auslösewert der für den An- und Abflug verantwortlichen Schlüsselreize durch Farbe und Bewegungsweise der Weibchen als optische Reize bedingt und als solcher angeboren ist. Diese beiden Schlüsselreize tragen summativen Charakter. Die Grenzen des quantitativen Wertes sind allein durch die Grenzen der Leistungsfähigkeit der rezipierenden männlichen Augen gegeben. Da das männliche Auge mehr Reizqualitäten auswerten kann, als das Weibchen normalerweise liefert, werden beim Anpflug überoptimale Attrappen bevorzugt. Magnus (1953, XIV. Intern. Zool. Kongr. Kopenhagen) konnte nachweisen, daß Flügelzeichenmuster keinen Schlüsselwert haben. Schon vorher war Tinbergen (1943, p. 182–226) beim Samtfalter (*Eumenis semele* L.) zu ähnlichen Ergebnissen gekommen, doch sprechen bei diesen neben optischen auch Duftreize mit.

Eigene Beobachtungen an optisch reagierenden *P. brassicae* zwingen zu der Annahme, daß hier ähnliche, wenn nicht gleiche Verhältnisse wie bei *Argynnis* vorliegen. Demnach könnte unsere Faltermarkierung eine Verschiebung des Schlüsselwertes, d. h. abweichendes Verhalten, zur Folge haben.

Ebenso wäre es denkbar, daß Feinde der Falter auf veränderte Farbreize

abweichend reagieren. So beobachteten wir am 8. 8. 1953 im Kreise Eckernförde zwischen zahlreich umherfliegenden Weißlingen mehrere Anisopteren, die gemeinsam mit Rauchschwalben (*Hirundo rustica* L.) im Windschatten des Knicks massiert fliegenden kleinen Insekten nachstellten, als ein violett gezeichnetes Männchen von *P. brassicae* unmittelbar nach der Markierung von einer vorüberfliegenden Anisoptere erbeutet und nach längerem Flattern im Fluge getötet wurde. Blunck und Lederer führen Odonaten nicht als Feinde des Großen Kohlweißlings an. Bei weiteren Untersuchungen im Rheinland (1954) beobachteten wir violett gezeichnete *P. brassicae*, die von nektarsammelnden Hymenopteren, vornehmlich *Apis mellifica*, angeflogen wurden. Es ist kaum zweifelhaft, daß Farbreize den Anflug auslösten.

Wie erwähnt, verwendeten wir bei den Großversuchen 1954 ausschließlich im Puppenstadium eingetragenes Material. Somit blieben Flügelverletzungen, die beim Falterfang leicht auftreten können, weitgehend aus. Anfängliche Verluste durch Flügelverkrüppelungen, verursacht durch zu geringe Luftfeuchtigkeit in den Insektenkästen sowie zu dichtes Lagern der von ihren Unterlagen gelösten Gürtelpuppen, konnten bald durch entsprechende Vorsichtsmaßnahmen ausgeschaltet werden. Da ein frisch geschlüpfter Falter nur hängend seine Flügelstummel zur vollen Entfaltung bringen kann, müssen Vorrichtungen zum Emporklettern geboten werden.

Bei der Vitalfärbemethode darf die Möglichkeit physiologischer Schäden nicht unberücksichtigt bleiben; sie konnte in der Tat bei extrem gefärbten Vollkerfen nachgewiesen werden. Um Auswirkungen auf unsere Experimente zu verhindern, haben wir geschwächtes Material nach Möglichkeit von der Versuchsauswertung ausgeschlossen.

Kritische Betrachtung der Versuchsmethodik läßt erkennen, daß sie, verglichen mit den Untersuchungen anderer Entomologen, diesen kaum an Sicherheit nachsteht, vom Standpunkt der Versuchstechnik aber eine Weiterentwicklung darstellt. Dennoch wäre es verfehlt, unsere Ergebnisse ohne weiteres auf normale Verhältnisse übertragen zu wollen; sie können vielmehr nur in Verbindung mit den angegebenen Umständen bewertet werden.

II. Experimente

a. Vorversuch

Im August 1953 markierten wir alle in einem kleinen Biotop erreichbaren Falter des Großen Kohlweißlings mit dem Ziel, einen Überblick über das Flugverhalten sowohl einer ganzen Gruppe wie auch des Einzelfalters zu bekommen. Die Untersuchungen sollten Anhaltspunkte geben, wie Tagesverlauf und Falterflug durch verschiedene Außenfaktoren, z. B. Temperatur, Wind und Sonnenstrahlung, beeinflußt werden, und so die Grundlage für spätere eingehendere Untersuchungen mit spezieller Fragestellung schaffen.

Da *P. brassicae*, wie zu erwarten, im Rheinland 1953 nur sehr spärlich auftrat, wurden die Untersuchungen in das schleswig-holsteinische Massenwechselgebiet verlegt. Für unser Vorhaben erwies sich die Gemarkung Noer, Kr. Eckernförde, wegen ihrer vielfältigen, von Knicks durchzogenen Geländeformen zur Abgrenzung von Flugrevieren besonders geeignet.

Die an Blüten saugenden oder umherfliegenden Falter wurden mit dem Netz gefangen, durch Tages- und individuelle Farbzeichen markiert und sogleich wieder ausgesetzt. Genaue Angaben über Zeitpunkt, Fangstelle, Wit-

terung, augenblickliches Verhalten, Flügelzustand, Geschlecht wurden ebenso wie Wiederfänge bereits gezeichneter Falter protokolliert. Unsere Befunde sind in Tabelle II zusammengefaßt. Danach wurden insgesamt 444 *P. brassicae* erfaßt, darunter 44 Weibchen. Die Markierung begann am 7. August, am Ende einer fast zehntägigen Schlechtwetterperiode (vergl. Tab. III) und endete mit dem 15. d. M., nachdem der Flug größtenteils abgeklungen war. Bereits am 6. 8. war uns dort eine beachtliche Falteransammlung, und zwar im Windschatten eines 8 m hohen Knicks, aufgefallen; nach Angaben eines ortsansässigen Bauern hatten sich hier die Falter der umliegenden Felder in der Zeit ungünstigen Wetters gesammelt. Jedesmal wenn die Sonne zwischen Wolken für kurze Zeit erschien, erhoben sich mehrere 100 Weißlinge zur Nahrungssuche bzw. Eiablage. Eine Kontrolle der wenigen vorjährigen Steckrübenpflanzen im Weizen unmittelbar an dem Knick ergab dort übermäßig starke Belegung. Mit Beginn wärmeren und ruhigeren Wetters trat die extrem örtliche Bindung weitgehend zurück. Während sich ein Teil der männlichen Falter dann nachweislich auf die umliegenden Felder verteilte, verschwand das Gros der Weibchen unbemerkt. Obwohl das Geschlechterverhältnis noch am 6. August weitgehend ausgeglichen war, fingen wir am 8. d. M., dem ersten intensiven Markierungstag, 107 Männchen und nur 12 Weibchen; am folgenden Tag verschob sich das Verhältnis sogar auf 104 : 3 zu Ungunsten der weiblichen Falter.

Der Auswertung dieser Beobachtungen treten insofern Schwierigkeiten entgegen, als wir weder Alter noch Herkunft der Vollkerfe ganz exakt nachweisen konnten. Eine für unsere Zwecke immerhin hinreichend zuverlässige Bestimmung des Alters ergibt sich aber aus dem Grad der Flügelbeschuppung. Es fiel z. B. auf, daß die Flügel kopulationsbereiter Weibchen gegenüber denjenigen legereifer einen auffallend frischeren Eindruck machten.

Insgesamt wurden 22 % aller gezeichneten Kohlweißlinge in dem 80 ha umfassenden kontrollierten Gebiet nach mehr als einem Tag wiedergefangen. Der im Biotop verbliebene Teil liegt aber wahrscheinlich viel höher. Es fällt auf, daß sich unter den wiedererfaßten Faltern wiederum nur wenig, nämlich 6 Weibchen befanden (vergl. Tabelle IV). An bemerkenswerten Einzelheiten besagen unsere Protokolle folgendes: Weibchen Nr. 64 der Tabelle wurde am 8. 8. erstmalig gefangen und mit Ausnahme des 9. bis zum 15. 8. im Bereich des Steckrübenfeldes, d. h. im Eiablagebiotop täglich wieder beobachtet. Am Markierungstag war es bereits weitgehend abgeflogen, verblieb aber noch 7 Tage im Biotop. Es wurde am 14. 8. bei der Eiablage beobachtet, am folgenden Tage waren seine Ovarien laut Sektion eifrei. 4 weitere Wiederfänge beziehen sich ebenfalls auf abgeflogene Individuen, und nur ein in frischem Zustand markiertes Weibchen wurde noch nach 73 Stunden im gleichen Bezirk, und zwar mit zerfetzten Flügeln (verletzt?) wiedergefangen.

Demgegenüber beobachteten wir von 400 markierten männlichen Faltern 28 % irgendwann wieder, 14 blieben nachweislich mehr als 4 Tage ortsstet. Das Maximum des Verbleibens erreichte Männchen Nr. 75 mit mindestens 169 Stunden. Es wurde als frisch geschlüpfter Falter am 7. 8. eingetragen und nach 7 Tagen – stark abgeflogen – zum letztenmal im Biotop registriert. Im Vergleich zu ihren Partnerinnen überwiegt bei den Männchen also der Prozentsatz frischer reviertreuer Falter.

Unsere Beobachtungen lassen somit eine, und zwar unterschiedlich ausgeprägte Ortsgebundenheit der Geschlechter erkennen. Während männliche Falter in den ersten Tagen ihres Imaginallebens wenigstens teilweise ortstreu

bleiben und erst nach Tagen diese enge Bindung zunehmend verlieren, scheinen die Weibchen erst später, vielleicht nach Abschluß der Präovipositionsperiode, in dem einmal aufgefundenen Eiablagebiotop zu verbleiben. Die Tatsache, daß wir frisch geschlüpfte Weibchen im Beobachtungsgebiet bei günstigem Flugwetter nur gelegentlich feststellen und fangen konnten, deutet darauf hin, daß die Wanderphase in die ersten Tage des Imaginallebens fällt. Damit im Einklang stehen die Beobachtungen von BLUNCK (1954, p. 512 u. 526), nach denen die Weibchen des Großen Kohlweißlings zunächst die Hauptmasse der Wanderflieger stellten und sich erst in den letzten Wandertagen der Sommergeneration das Verhältnis zugunsten der Männchen verschob.

Eingehender untersuchten wir das Verhalten gezeichneter Falter im Biotop. Dabei wurde zur leichteren Analyse ihrer Ortsbewegungen das Gelände unter Zuhilfenahme natürlicher Geländemarken aufgegliedert und jeder Versuchsfalter unter genauer Orts- und Zeitangabe protokolliert. Aus den Befunden wurde ersichtlich, daß der männliche Falter nicht wahllos umherfliegt, wie es bei oberflächlicher Betrachtung erscheint. Er hält vielmehr in abgrenzbaren Revieren bestimmte Bahnen ein, die sich vielfach an natürliche Grenzen wie Waldränder, Knicks und Feldraine anlehnen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ihm dabei Geländemarken zur Orientierung dienen. Derartige „Leitlinien" sind aus der Vogelzugforschung hinreichend bekannt und neuerdings auch bei Insekten an Hummeln, Bienen, Wespen u. a. nachgewiesen. Von diesen, oft mehrere Tage eingehaltenen Bahnen aus unternimmt der Falter „Abstecher" auf ihm zusagende blütenreiche Wiesen, verunkrautete Äcker oder Eiablagepflanzen der Weibchen; keineswegs konzentrieren sie sich aber auf Cruciferenbestände, obwohl hier naturgemäß legereife Geschlechtspartner am ehesten anzutreffen wären. Flughöhe und -geschwindigkeit, Ausdehnung und Richtung der Flugwege sind den jeweiligen klimatischen Verhältnissen weitgehend angepaßt. *P. brassicae* reagiert z. B. äußerst fein auf Strahlungswärme und Luftbewegungen. Über Einflüsse des Windes auf den wandernden Falter wird auf Seite 301 eingegangen.

Bei Vergleich der hier in Rede stehenden Flüge mit denen brünstiger Männchen ergeben sich aber grundsätzliche Abweichungen. Im Gegensatz zum aktiv wandernden, d. h. einem Richtungsziel zustrebenden Falter hat das werbende Männchen räumlich fixierte, ja bewegliche Objekte genau anzusteuern. Das ist nur durch rechtzeitige Kompensation aller hindernden Umweltfaktoren möglich. Diese Triebhandlungen würden leerlaufen, wenn der Falter – z. B. infolge zu starker Luftbewegung – nicht mehr zielsicher fliegen könnte. Daraus resultiert mehr als beim Wanderfalter die Tendenz, mit zunehmender Windstärke gegen die Luftströmung zu fliegen. Ab Stärke 4 vermag sich ein brünstiges Männchen mittlerer Größe nur noch gegen den Wind zielsicher zu verhalten. Es fliegt dann gewöhnlich dicht am Boden dahin, jeden Windschatten geschickt ausnutzend. Am Ende seines Reviers angelangt, kehrt es um, fliegt ein wenig empor und streicht mit der Luftströmung ab; dabei fängt es sich in gewissen Zeitabständen durch plötzliches Wenden auf, um seine Geschwindigkeit abzubremsen. Windrichtung und -stärke vermögen demnach über das Flugrevier, seine Einstellung im Gelände sowie Ausdehnung zu bestimmen. Am 11. August, einem sonnigen Tag mit böigen von 2 auf 4–5 ansteigenden Winden, konnten wir z. B. beobachten, wie brünstige Männchen, obwohl sie sich bei jedem Windstoß gegen diesen wandten, fast regelmäßig fortgeschleudert wurden. Zu den sonst üblichen

ausgedehnten Bahnflügen kam es in den dem Wind ausgesetzten Flugarealen nicht.

Auf einen Fehlschlag mit dem Fangnetz reagieren brünstige Männchen unterschiedlich: Gegen stärkeren Wind anfliegende Falter – die sich übrigens wegen ihrer geringen Geschwindigkeit unschwer mit dem Netz fangen lassen – streichen zwar mit der Luftströmung ab, kehren aber unmittelbar danach auf der alten Bahn zurück. Selbst im straff gespannten Netz versuchen sie noch in der eingeflogenen Richtung zu entweichen. Bei schwacher Luftbewegung dagegen flüchten sie mit erhöhter Geschwindigkeit unter Einhalten der ursprünglichen Richtung und reagieren dann selbst trotz fortgesetzter Verfolgung noch auf durch entgegenkommende Artgenossen ausgelöste Bewegungsreize durch – wenn auch kurzen – Anflug. Diese, im Zusammenhang mit der Werbung um Weibchen wichtige Anflugreaktion kann als Charakteristikum für den Bahnflug der Männchen angesehen werden. Auf visuelle Beobachtung eingestellt, reagiert der Falter auf bewegliche aber auch ruhende Gegenstände vor allem dann, wenn diese bezüglich Form und Farbe einem Geschlechtspartner entsprechen. Erst nach wiederholtem Umflattern, d. h. aus nächster Nähe werden „Irrtümer" – gleiches Geschlecht, andere Art, Falterattrappen, weiße Papierfetzen – erkannt.

Bei unseren beobachteten Suchflügen entfernten sich die begattungshungrigen Männchen oft mehrere 100 bis 1000 m und kehrten anschließend wieder zu angestammten Rastplätzen zurück. Als Stammplätze wurden nektarspendende Blüten in windgeschützter Lage bevorzugt, in unserem Biotop vor allem *Lythrum salicaria* L. und *Carduus nutans* L. Nektarsaugende Falter halten sich hier oft länger auf. Es war zu beobachten, daß sie sich dann zufliegenden Geschlechtspartnern gegenüber gleichgültig verhielten. Die schwankende Eintrittsschwelle auslösender sexueller Reize läßt auf Korrelationen zwischen dem Schwellenwert und Drang zur Nahrungsaufnahme schließen.

Das Verhalten der Weibchen weicht in mancher Beziehung von dem der Geschlechtspartner ab. Frische Stücke trafen wir bei günstigem Flugwetter oft weit entfernt vom Eiablagebiotop – unter dem wir hier größere Cruciferenbestände verstehen. Von Juli bis September 1953 flogen sie an warmen Tagen im Ostseegebiet Deutschlands, Dänemarks und Südschwedens unmittelbar an der Küste bzw. über dem Wasser unverhältnismäßig häufiger als Männchen. Ziemlich sicher befand sich die Mehrzahl dieser Kohlweißlinge auf der Wanderung. Dafür sprechen besonders unsere Befunde in Noer. Überdies zeigen in Wanderstimmung befindliche Weibchen beim Anflug brünstiger Männchen ein Verhalten, das von den normalen Abweisbewegungen ortssteter begatteter Falter abweicht. Während letztere nämlich den Flug bald unterbrechen und zwischen Pflanzen Schutz suchen, setzen Wanderfalter ihre Migration unbeirrt fort. Dazu eine Beobachtung vom 12. Juli 1953 am Wendtorfer Strand an der Kieler Bucht: Am Frühnachmittag dieses sehr warmen und gewitterschwülen Tages flogen fortlaufend Einzelwanderer aus nördlicher Richtung die Ostseeeküste an. Sie erwiesen sich, soweit ansprechbar, als frischgeschlüpfte *P. brassicae*-Weibchen. Gleichzeitig patrouillierten brünstige Männchen parallel zur Küste. Sie stürzten sich auf derartige durchfliegende Weibchen, ohne daß letztere von ihrem Kurs abwichen.

Ältere, legereife Weibchen scheinen auch bei günstgem Flugwetter von ihrem Flugvermögen nur wenig Gebrauch zu machen. Wir fanden sie lediglich im Bereich von Eiablagepflanzen entweder an Blüten saugend oder zwi-

schen Cruciferen etwas umherflatternd. Weibchen in Legestimmung pflegen nämlich vorzugsweise exponiert stehende Pflanzenteile im Fluge „abzutasten", oft minutenlang. Erst dann lassen sie sich nieder und legen unter Heben und Senken des Abdomens ihre Eier ab. Schon geringfügige Erschütterungen durch Wind vermögen die Legetätigkeit zu unterbrechen. Deswegen werden geschützt liegende Cruciferenbestände bevorzugt, Pflanzen in offener Lage hingegen mehr bei ruhigem Wetter belegt. Aus dieser Erfahrung heraus wird im dänischen Massenwechselgebiet Gemüsekohl vielfach auf freiem Feld und nicht in geschützten Hausgärten angebaut.

b. Hauptversuch

Unsere im Sommer 1953 im Testversuch erzielten Befunde lösten weitere, dem Wanderproblem unmittelbar zugeordnete Untersuchungen aus. Dabei standen Ermittlungen über Abflug und Reichweite des Wanderfluges unter besonderer Berücksichtigung der auslösenden Faktoren im Mittelpunkt.

1. Ausgangsmaterial

Notwendige Vorbedingung war Beschaffung eines bezüglich Alter und Herkunft homogenen Ausgangsmaterials. Das gelang uns 1953/54 dank der ansteigenden Populationsdichte im skandinavischen Raum. Mit freundlicher Unterstützung des Herrn Lektor Dr. Bovien von Statens Plantepatologiske Forsøg, Lyngby, konnten wir nämlich im Herbst 1953 und im darauffolgenden Frühjahr auf dänischen Inseln und Jütland 17 000 *Pieris brassicae*-Puppen eintragen. Deren Herkünfte sowie einige Angaben über Fragen des Massenwechsels sind in Tabelle 5 zusammengefaßt. Zunächst mag die Anzahl der in kaum 6 Wochen eingetragenen Kohlweißlingspuppen überraschen. Leider lassen sich keine quantitativen Angaben über den Anstieg der Befallsdichte gegenüber früheren Jahren machen, da dänischerseits keine Registrierungen vorliegen. Verglichen mit eigenen Befunden sowie Ermittlungen des dänischen Pflanzenschutzdienstes im folgenden Herbst lag der Befall aber 1953 um ein Vielfaches höher als 1954. Es sei in diesem Zusammenhang auf Unterschiede zwischen unseren dänischen Befunden 1953 und 1954 und denjenigen von Blunck (1951, p. 147–148) und Friederichs (1931, p. 570) im deutschen Raum hingewiesen. Während die genannten Autoren als Überwinterungsplätze des Großen Kohlweißlings vor allem Bäume, Zäune und Mauern angeben, fanden wir die Puppen zu genähert 90 % in menschlichen Siedlungen selbst, insbesondere auf Dachböden und -traufen alter Häuser. In welchem Umfang *P. brassicae* hier scheinbar unbemerkt überwintert, sei anhand einer am 30. 4. 54 zufällig entdeckten Ansammlung in Klakring/Ostsee zwischen Horsens und Vejle (vergl. Tabelle IV.) erläutert: In unmittelbarer Nähe eines vorjährigen Steckrübenfeldes bemerkten wir an der Hauswand eines Bauerngehöftes reichlich *Apanteles*-Kokonhäufchen aber kaum von *P. brassicae*-Puppen. Obgleich der Hofbesitzer versicherte, weder Kohlweißlingsraupen noch -puppen festgestellt zu haben, fanden wir auf dem Boden Dachsparren, Balken und Heu im Schein der Taschenlampe von Puppen bedeckt; *Apanteles*-Kokons fehlten weitgehend, parasitierte Puppen nahezu vollständig. Mit den in Tabelle 5 zusammengestellten 2700 gesunden Puppen ist nur ein Teil des wirklich dort vorhandenen Materials erfaßt. Wegen Einsturzgefahr des Gebäudes konnte die Sammelaktion nicht zu Ende geführt werden.

Weitere, wenn auch weniger ergiebige Massenansammlungen fanden wir in alten Rietdachhäusern, vornehmlich des Küstengebietes der Nord- und Ostsee.

Bemerkenswert ist die für beide Untersuchungen mit 8,0 und 4,6 errechnete schwache Puppenparasitierung durch die Chalcidide *Pteromalus puparum* L. (Abb. 3) Friederichs (1931, p. 581) fand bei ähnlichen Erhebungen in Rostock und Bützow 1929 die überwinternde Generation von *P. brassicae* zu 80, 85 % pteromalisiert.

Ebenso erreichte die Raupenparasitierung durch *Apanteles glomeratus L.* nicht das Ausmaß wie in den von Blunck und Friederichs untersuchten Gebieten. Während Blunck (1951, p. 147) für deutsche Verhältnisse eine durchschnittliche Parasitierung von 60 % annimmt, lag sie bei unseren Herbstbeobachtungen in Dänemark 1953 mit 32 % weit darunter. Im folgenden Frühjahr ließen sich weitere Unterlagen nicht mehr beschaffen, da die Kokons teilweise ausgeraubt bzw. abgerissen waren.

Schließlich können nach Blunck (1951, p. 171) und Friederichs (1931, p. 576) Kleinvögel – vor allem Meisen – den Puppenbestand über Winter auslichten. Obschon besonders im

Frühjahr auf diese Möglichkeit geachtet wurde, fanden wir an keiner Stelle durch Schnabelhiebe getötete Puppen, was bei den in Dachböden überwinternden Insekten kaum überrascht.

Friederichs (1931, p. 581) faßt seine Befunde aus dem pommerschen Untersuchungsgebiet wie folgt zusammen: „*Apanteles* geht hier immer und *Pteromalus* ging 1929 in gewaltig viel größerer Individuenzahl in den Winter hinein als der Wirt, dessen Anzahl im Herbst stets auf ein Minimum herabsinkt und dann im Winter noch eine große Sterblichkeit hat, auch durch Vögel, wie genau und zum Teil zahlenmäßig verfolgt werden konnte. Der Angriff der Vögel richtet sich zugleich auf die Schlupfwespen, deren es aber dennoch auch im Frühjahr zuerst viel mehr geben muß als Kohlweißlinge (1931, p. 581). Demgegenüber zwingen unsere Befunde zu der Annahme, daß sich 1954 das Hauptkontingent der Frühjahrsfalter in Dänemark aus den verlustlos überwinterten Ansammlungen im dortigen Raum zusammensetzte. Auch Beobachtungen an den Nachkommen dieser Generation im gleichen Gebiet sprechen für diese Ansicht. Wenn die Frühjahrsfalter dort 1954 nur schwach und verzögert zur Fortpflanzung kamen, so dürfte dafür die äußerst ungünstige Witterung verantwortlich zu machen sein. Dafür spricht, daß die normal ab Mitte Juli fliegende Sommergeneration 1954 in Dänemark erst in der ersten Augustdekade und somit 3 Wochen später als im Vorjahr die Puppenhülle verließ. Dennoch konnten im Juli an der Westküste Jütlands bei Ribe 20 000 Altraupen des Großen Kohlweißlings eingetragen und in einem geschlossenen Gewächshaus zur Verpuppungsreife gezogen werden. Diese Maßnahme wurde notwendig, um (überhaupt) Puppenmaterial für den geplanten Versuch verfügbar zu haben; überdies ließen sich Vitalfärbungen wegen der ständigen Niederschläge nicht im Freiland durchführen. Auf Einzelheiten brauchen wir hier nicht näher einzugehen; erwähnt sei aber, daß ein Versuch, 23 000 Jungraupen auf einem 1,5 ha großen Steckrübenschlag unter Freilandbedingungen aufzuziehen, an dem massierten Zugriff von Feinden scheiterte. Um die empfindlichen Räupchen vor schädigenden Winden zu schützen, hatten wir sie auf der Leeseite eines 5 m hohen Knicks reihenweise an Steckrübenpflanzen gesetzt, wo sie sich auch zunächst gesund weiterentwickelten. Es wurde dabei jedoch übersehen, daß die Weißdornhecke von eben flüggen Dorngrasmücken (*Sylvia communis* Lath.) und einzelnen Wiesenschmätzern (*Saxicola rubetra* L.) besetzt war. Zu unserer Überraschung stellte sich später heraus, daß vornehmlich Dorngrasmücken regelmäßig von der Hecke aus die inzwischen zu L. III und IV herangewachsenen Raupenansammlungen beflogen und mit der Beute ihre Jungen fütterten. Innerhalb weniger Tage waren die Larven nahezu vollständig vernichtet.

Abb. 1

Abb. 2

Wie wir später feststellten, entgehen sonst die Raupen auf freiem Feld weitgehend insektenfressenden Singvögeln, weil diesen dort Feldgehölze als notwendige Deckung fehlen. Während unserer 6wöchigen Beobachtungen sahen wir kaum einmal Vögel flatternd und „rüttelnd" über freiliegenden Cruciferenbeständen nach Raupenansammlungen suchen. Ferner erwies sich die Apantelisierung auch bei den Sommerraupen 1954 als äußerst schwach; sie lag in den Küstengebieten Westjütlands allgemein unter 10 %. *Pteromalus puparum* L. trat in unserem Glashaus überhaupt nicht in Erscheinung.

2. Weitere Vorbereitungen

Nachdem das Ausgangsmaterial bereitstand – die im Herbst 1953 eingetragenen Puppen wurden unter Freilandbedingungen in Bonn überwintert –, galt es, ein geeignetes Flugareal für die weiträumigen Experimente ausfindig zu machen. Das dänische Massenwechselgebiet mußte aus naheliegenden Gründen ausschalten, aber auch die sich südlich anschließenden Küstengebiete Schleswig-Holsteins schienen wegen ihrer dünnen menschlichen Besiedlung ungeeignet zu sein, zumal hier noch in jüngster Zeit ähnliche Flugversuche ergebnislos verlaufen waren. In Übereinkunft mit der „Deutschen Forschungszentrale für Schmetterlingswanderungen" entschieden wir uns daher für das dichtbesiedelte Rheinland als Auflassungsort. Dank Unterstützung durch Rundfunk und Presse konnte die Bevölkerung des Bundesgebietes rechtzeitig zur Mitarbeit angeregt werden. Um ein möglichst gleichmäßig verteiltes Beobachternetz im direkten Auflassungsgebiet sicherzustellen, verschickten wir darüber hinaus an die Schulen im Umkreis von etwa 100 km Flugblätter mit kolorierten Abbildungen gezeichneter Kohlweißlinge (Abb. 6). Die Aufrufe waren dazu bestimmt, in allen Schulen ausgehängt zu werden, um die Schuljugend zur Beobachtung und zum Fang durchfliegender gezeichneter Kohlweißlinge anzuregen. Nur eine so intensive Werbung schien uns nach den schlechten Er-

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

fahrungen im In- und Ausland, wo man sich vornehmlich an den kleinen Kreis interessierter Entomologen gewandt hatte, erfolgversprechend.

Die Frühjahrs- und Sommerpuppen dänischer Herkunft wurden so gehalten, daß sie zur normalen Zeit schlüpften und dann auf der rund 550 km südlich ihrer Heimat gelegenen Rheininsel Nonnenwerth (12 km südlich Bonn/Rhein) ausgesetzt. Tabelle VI vermittelt einen Überblick über die Starttage und die Zahl aller aufgelassenen Individuen. Danach entfielen von insgesamt 16 880 Versuchsfaltern 9 231 auf die erste, 7 649 auf die zweite Generation.

Aufruf zur Mitarbeit an der Erforschung der Wanderflüge der Kohlweißlinge

Mitteilungen über gefangene bzw. beobachtete markierte Kohlweißlingsfalter erbittet:

Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Entomol. Abtlg., Bonn/Rhein

Schmetterlingswanderungen gehören zu den interessantesten aber noch weitgehend unerforschten Naturerscheinungen. Es ist schon viel darüber geschrieben und herumgerätselt worden; über Wanderrichtung, -entfernung, -ursache und biologische Bedeutung wissen wir aber noch sehr wenig. Mit der Klärung dieser Fragen befassen sich heute in mehreren europäischen Ländern gegründete Arbeitsgemeinschaften. Neben der Beobachtung wandernder Schmetterlinge gehen sie mehr und mehr dazu über, Einzeltiere durch Farbzeichen an den Flügeln zu kennzeichnen, um so ihren Verbleib festzustellen. Solche Versuche können aber nur dann zum gewünschten Erfolg führen, wenn möglichst viele Interessenten Beobachtungen über ihr Auftreten melden.

Die „Deutsche Forschungszentrale für Schmetterlingswanderungen" (Geschäftsstelle in Erlangen, Schuhstraße 24) hat 1952 und 1953 Versuche zur Klärung der Wanderungen des Admirals (*Vanessa atalanta* L.) und des Distelfalters (*Vanessa cardui* L.) eingeleitet und auch Weißlinge (*Pieriden*) beobachtet. Ausgehend von Pflanzenschutz-Forschungsstellen sollen in diesem Jahr auch systematische Markierungsversuche an Kohlweißlingen (*Pieris*

brassicae und *Pieris rapae)* durchgeführt werden. Damit dieses mit erheblichen Schwierigkeiten verbundene Unternehmen auch zum Erfolg führt, wird die Stadt- und Landbevölkerung dringend gebeten, jeden beobachteten markierten Falter der unterzeichneten Stelle einzuschicken. Die Kohlweißlingsfalter werden im Rheingebiet markiert und aufgelassen. Zur Anwendung kommen verschiedene Farben in wechselnder Kombination, wie Beispiele in der Abbildung zeigen. Die Markierung ist so auffällig, daß eine Verwechselung mit anderen einheimischen Tagfaltern kaum möglich sein wird. Auch im Fluge sind markierte Kohlweißlinge ohne weiteres als Besonderheit kenntlich. Für jeden an den Unterzeichneten eingeschickten markierten Falter wird außer der Erstattung der Postgebühr eine Fangprämie ausgezahlt. Aber auch Meldungen über beobachtete und nicht gefangene sind erwünscht. Es wird gebeten, gefangene Falter durch Druck zu töten und zwischen Papier gepreßt sofort abzusenden.

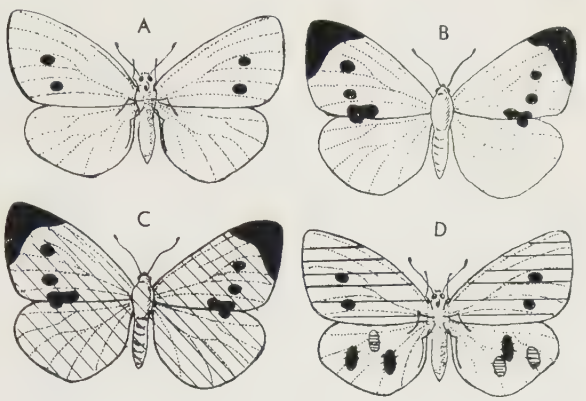

Abb. 6

Folgende Angaben bitten wir beizufügen:

1. Ort und Tag an dem der markierte Kohlweißling beobachtet oder gefangen wurde.
2. Flugrichtung des Falters, soweit feststellbar.
3. Wetterverhältnisse am Beobachtungstag (Temperatur, Windrichtung und -stärke, Bewölkung).

3. Witterungsverhältnisse

Das ungewöhnlich niederschlagsreiche und sonnenscheinarme Sommerhalbjahr 1954 erwies sich für die Versuche als außerordentlich ungünstig. Über die Witterungsverhältnisse im rheinischen Versuchsgebiet unterrichten Tabelle VII und VIII. Darüber hinaus scheint aber ein allgemeiner Überblick über die Großwetterlage Mitteleuropas zweckmäßig zu sein, zumal in jüngster Zeit über Beziehungen zwischen Falterwanderungen und Luftmassen berichtet wurde (Seilkopf, 1952, p. 416–420). Wir stützen uns dabei auf die zusammenfassenden Berichte des deutschen Wetterdienstes.

Mai: Während in der ersten Maiwoche in ganz Deutschland wechselhaftes Wetter herrschte, kam Mitteleuropa etwa vom 8. an unter Hochdruckeinfluß, der dem ganzen Bundesgebiet warmes, sonniges Frühlingswetter brachte und bis über die „Eisheiligen" andauerte. Die Tageshöchsttemperaturen stiegen dabei anfänglich über 25° an, lagen aber später infolge Zustroms trockener Kaltluft niedriger, und um Monatsmitte traten im Osten sogar Nachtfröste auf. Zu Beginn der dritten Woche erfolgte ein kräftiger Vorstoß maritimer Kaltluft, der empfindliche Abkühlung und Niederschläge verursachte. Das letzte Monatsdrittel brachte dann ganz Deutschland eine zweite Hochdruckwetterlage mit dem Kern über Skandinavien. Am 29. brach von Westen her kühle Meeresluft ein, die zu einem erneuten Temperatursturz und gebietsweise sehr ergiebigen Regenfällen Veranlassung gab.

Juni: Im Juni lag Mitteleuropa größtenteils im Zustrom mäßig-warmer Meeresluft, die wechselnd wolkiges, zu Niederschlägen neigendes Wetter verursachte. Häufige Vorstöße des Azorenhochs nach Europa brachten mehrmals kurzfristige Wetterbesserung, erstmalig vom 3. bis 5. mit Temperaturanstieg, örtlich bis zu 25°. Jedoch bereits am 6. 6. drang wieder Meeresluft nach Westdeutschland ein und überquerte am folgenden Tag mit Gewittern und starken Niederschlägen das Bundesgebiet. In der zweiten Juniwoche herrschte wechselhaftes Wetter und besonders gegen Ende derselben rege Gewitter- und Schauertätigkeit. Nach Monatsmitte kam Mitteleuropa unter Hochdruckeinfluß; vom Mittelmeertief nordwärts geführte Warmluft drang dabei bis in unser Gebiet vor. Am 20. erreichten die Temperaturen

bei schwach südlicher Strömung in West- und Mitteldeutschland bis 34°. Bereits am folgenden Tag kam das Rheinland wieder unter den Einfluß ozeanischer Westströmung. Die dabei aufgetretenen Gewitter und Schauer hatten teilweise Unwettercharakter, so in der Nordeifel und stellenweise im Vorgebirge. Bis zum Monatsende blieb es dann wechselhaft und verhältnismäßig kühl.

August: Nach dem kühlen und feuchten Juli war auch der August im ganzen Bundesgebiet wieder zu kühl und zu naß sowie zu arm an Sonnenschein. Nach wenigen Tagen schöner Witterung zu Beginn des Monats folgte bald wechselhaftes, wolkiges Wetter mit örtlich sehr unterschiedlichen, aber im ganzen zu reichlichen Niederschlägen. Kalte Meeresluft ließ die Temperaturen in der freien Atmosphäre stark absinken: Häufig wurden gewitterhafte Vorgänge ausgelöst. Mehrfach bildeten sich flache Tiefdruckgebiete über West- und Mitteleuropa, auf deren Vorderseite feuchtwarme Mittelmeerluft nach Norden strömte. Auf die hier befindliche kühlere Luftmasse aufgleitend erzeugte sie über weiten Gebieten z. T. ergiebigen Landregen. Ab 28. ließ die Niederschlagstätigkeit im ganzen Bundesgebiet nach. Am 31. standen Westdeutschland unter dem Einfluß eines langsam ostwärts wandernden westeuropäischen Hochdruckkeils.

September: Auf der Westseite des ostwärts wandernden Hochs drangen am 1. mit der südwestlichen Strömung schwache gewittrige Störungen nach Mitteleuropa. In Anbetracht der relativ westlichen Lage des Azorenhochs blieb das europäische Festland in den nächsten Tagen durch seine südwestliche Strömung begünstigt. Erst mit dem 5. kam Westdeutschland wieder in den Bereich zahlreicher von Westen einströmender Störungen, die aber zunächst nur auf Norwestdeutschland übergriffen. Um den 10. griff die atlantische Störungstätigkeit stärker auf das Bundesgebiet über und hatte zunächst im Norden, dann aber auch im Süden zunehmende Abkühlung im Gefolge. Von Monatsmitte an brach kühle Meeresluft in mehreren Staffeln ins Bundesgebiet ein. Ein schwaches Zwischenhoch brachte am 23. kurzfristig Wetterberuhigung, aber auch bei nächtlichem Aufklaren im Alpenvorland und den süddeutschen Mittelgebirgen die ersten Fröste. Die letzten Tage des Monats standen dann im Zeichen eines Ausbruchs polarer Luftmassen, die erstmalig in diesem Herbst Mitteleuropa erreichten. Die Monatsmitteltemperaturen lagen im wesentlichen etwas über den langjährigen Mittelwerten. Die monatlichen Niederschlagssummen überschritten die Durchschnittswerte vielerorts um 50–100 %.

4. Verhalten der Falter

α. *Unmittelbar nach dem Start*

Das unterschiedliche Flugverhalten der Geschlechter beim Start zeigte sich dank der getrenntgeschlechtlichen Farbmarkierung besonders deutlich. Unter günstigen Witterungsbedingungen flog ein erheblicher Teil der Falter gleich nach Öffnen der Transportkästen auf; die Männchen vereinigten sich zu größeren oder kleineren Flügen, erhoben sich einige Meter in die Luft und bildeten geschwungene, mit flatternden Girlanden vergleichbare Ketten. Gewöhnlich verteilten sie sich rasch im Umkreis des Startplatzes, um nach und nach an nektarspendenden, meist rot-violetten Blüten zu saugen. Später, d. h. frühestens nach einigen Stunden Nahrungsaufnahme, wechselten die Männchen kontinuierlich in den Zustand sexueller Erregung über, die sich anfangs durch „spielerische" Annäherungsversuche an ihre Partnerinnen auswirkte. Die Balzhandlungen kamen aber zunächst über kurzes Anfliegen bzw. Verfolgen kaum hinaus.

Im Gegensatz dazu flogen die Weibchen mehr zögernd auf und strichen dann oftmals nur kurze Zeit umher, um sich im Gras oder auf Bäumen wieder niederzulassen. Nahrungssuchende, frisch geschlüpfte Weibchen sahen wir weniger häufig, dabei an kühlen Tagen ohne viel Sonnenschein regelmäßiger als bei ausgesprochenem Flugwetter. Bei letzterem neigen Weibchen überdies zu eigentümlichen Flugbewegungen; sie schrauben sich spiralig fast senkrecht empor, um dann abzustreichen oder mit ausgebreiteten Flügeln fast wie ihre nahe Verwandte *Aporia crataegi* L. segelnd zur Erde zurückzukehren. Der Klärung dieser Verhaltensweise galt unsere besondere Aufmerksamkeit, da

sie möglicherweise Zusammenhänge mit wanderungsauslösenden Außen- oder Innenfaktoren aufweisen könnte. Der 18. Juni mit Maximaltemperaturen von 28° C und Windstärke 1 war durch besonders rege Flugtätigkeit ausgezeichnet. An diesen Tagen wurden 598 Weibchen – und keine Männchen – um 11. 45 Uhr von der Rheininsel aufgelassen. Von 12.25 bis 14.40 Uhr beobachteten wir 35 über den 600 m breiten Rhein abfliegende Weibchen. Die näheren Umstände sind in Tabelle IX jeweils genauer registriert. Bemerkenswert ist die nahezu einheitliche südöstliche Abflugrichtung, zumal die Falter vielfach im Abstand von einigen Minuten starteten. Sie mußten sich somit unabhängig voneinander orientiert haben. Die auffliegenden Weibchen schlugen aber nicht unmittelbar nach dem Start diese Richtung ein, sondern schraubten sich zunächst in Spiralen empor, um nach Verlassen der vegetationsbedingten windgeschützten Zone mit der Luftströmung abzustreichen. Die einheitlich nordwestliche Windrichtung konnten wir durch ständig verwehte Pappelsamen leicht überprüfen, abfliegende Falter überdies mit dem Zeiß-Dekarem (10 mal 50) über 600 m weit verfolgen. Bei dem Spiralflug kann es sich wohl nur um Orientierungsflüge zum Abflug stimulierter Falter gehandelt haben. Erst nach Überwindung der Vegetationszone gelangten die Falter in den Bereich der freien Luftströmung. Letztere bestimmte in unserem beobachteten Fall eindeutig ihre Abflugrichtung. Auch am 19. Juni beobachteten wir bei entsprechenden Temperaturen, aber stärkeren böigen Winden, zahlreiche Abflüge mit der – nunmehr aus südlicher Richtung kommenden – Luftströmung. Unklar bleibt, ob hier wirklich der Beginn von Wanderflügen vorgelegen hat. Gegen diese Annahme spricht die Rückmeldung eines am 19. 6. gestarteten Weibchens (Nr. 6 der Tabelle X), das nach 6 Stunden 1 km östlich der Insel von J. LENSGEN „an einer Blüte gefan-

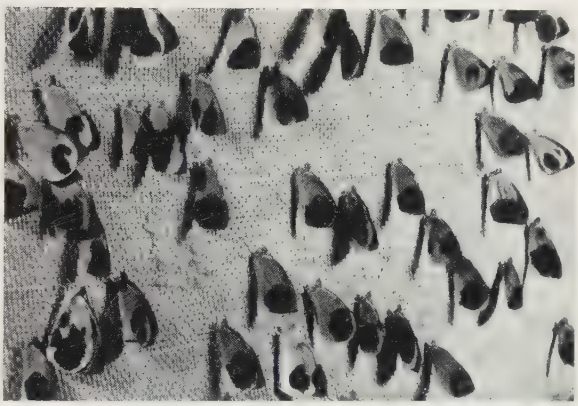

Abb. 7

Abb. 8

gen wurde". Ein am 18. 6. gestartetes Weibchen fing K. Kemp am gleichen Ort 8 Tage später in seinem Garten. Dagegen wurde ein am 19. 6. ausgesetztes Weibchen von P. Kurscheid am 23. d. M. in Blechlinghoven bei Beuel 12 km nördlich des Startplatzes beobachtet und eingesandt. Eine wertvolle Rückmeldung verdanken wir ferner J. Kirschel. Es handelt sich dabei ebenfalls um ein Weibchen vom 18. 6., das nach 4 Tagen in Duisburg-Meiderich, also 95 km vom Startplatz entfernt, gefangen und eingeschickt wurde. Ob einer der beiden letztgenannten, also nachweislich gewanderten Falter zu den am 18. und 19. Juni am Startplatz beobachteten Abfliegern gehört, läßt sich natürlich nicht sagen. Eine endgültige Klärung muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß sich an den in Rede stehenden Abflügen auf Nonnenwerth auch am 19. 6. nur Weibchen beteiligten, obwohl jetzt auch gleichaltrige, d. h. frisch geschlüpfte Männchen ausgesetzt wurden (vgl. Tabelle VI). Wie sich einwandfrei aus der Beobachtung ergab, waren die abfliegenden Weibchen noch nicht begattet.

Abb. 9

β. *Paarung*

Die Betätigung der geschlechtlichen Funktionen setzt bei den Weibchen mit beginnender Flugfähigkeit ein. Nach Blunck (1954, p. 513) und Lederer (1939, p. 139) werden die Weibchen im allgemeinen in den ersten 3 Tagen begattet. Unsere Befunde sind in Tabelle 11 wiedergegeben; wegen der vielfältigen, vom Verfasser größtenteils allein angestellten Beobachtungen konnten keine quantitativen Erhebungen vorgenommen werden. Die Beobachtungen bestätigen aber die Angaben der zitierten Autoren. Die Weibchen wurden zu 78 % (14) am Starttag, d. h. innerhalb des ersten Lebenstages, begattet, und nur in 4 Fällen waren sie einen Tag älter. Demgegenüber gingen von 13 gezeichneten Männchen nur 2 am ersten Tage, eines noch nach 13 Tagen die Kopula ein. Die Paarungsdauer richtet sich weitgehend nach der Temperatur, in 2 Fällen währte sie eine Stunde, in anderen, so bei kühlem, regnerischem Wetter oft um ein Vielfaches länger. Das zeitlich differenzierte sexuelle Reifen der Geschlechter wird durch 1–2 Tage früheres Schlüpfen der Männchen kompensiert. Die ausgeprägte Bindung eines Teils der männlichen

Individuen an den Geburtsort könnte damit in direktem Zusammenhang stehen. Der zahlenmäßig schwache Anteil von der Insel abgewanderter frisch geschlüpfter Männchen (Tabelle 9) wie deren allgemein geringere Beteiligung an Massenwanderflügen findet auf diese Weise seine natürliche Erklärung.

γ. *Verbleib am Auflassungsort*

Nach unseren früheren Beobachtungen war zu erwatren, daß sich zum mindesten ein Teil der Männchen tagelang am Startplatz aufhalten würde. In der Tat war die Bestandszunahme auf der Rheininsel in den ersten Tagen besonders augenfällig. Demgegenüber wanderten weibliche Falter bei günstigem Flugwetter innerhalb des ersten Lebenstages größtenteils von der Insel ab (vgl. Tabelle 9); unmittelbar an den Startplatz grenzende Gemüsekohlpflanzungen blieben demnach nahezu vollständig befallsfrei. (Wir fanden dort nur 2 Gelege mit zusammen 50 Individuen.) Dagegen wiesen einige Weißkohlbestände in der Rheininsel benachbarten Hausgärten Schadfraß auf, der von unseren Sommerfaltern herrührte. Diese Feststellung ist keineswegs grundsätzlich neu. Für den wie kaum ein anderer endemischer Tagfalter von Krankheiten und Parasiten heimgesuchten Großen Kohlweißling wirkt sich das Verlassen der Geburtsstätte als wirksamer Schutz zur Erhaltung der Art aus, wie Blunck (1954, p. 525) durch eingehende Beobachtungen im schleswig-holsteinischen Massenwechselgebiet feststellen konnte.

Darüber hinaus lassen sich gewisse Differenzen im Verhalten beider Generationen des Großen Kohlweißlings erkennen. So verblieben weit mehr Weibchen der Sommer- als der Frühlingsfalter im Bereich des Startplatzes. Die gleiche Erscheinung fiel schon Wittstadt (Deutsche Forschungszentrale für Schmetterlingswanderungen Bez. Nordbayern I) auf. In seinem Tätigkeitsbericht vom 14. 10. 1953 heißt es: „Während vom 12. 8.–3. 9. ein deutliches Ausbleiben (Abwandern?) der zahlreicher markierten Falter festzustellen war (die Untersuchungen wurden im Raum Erlangen durchgeführt Ref.), blieben nach diesem Zeitpunkt die meisten gezeichneten Tiere im Garten. Das trifft sowohl für die Kohlweißlinge als für die Kleinen Kohlweißlinge zu. Die Mehrzahl der markierten Falter (natürlich auch die nichtgezeichneten) flog sich nach wenigen Tagen im September sehr stark ab." Über die ursächlichen Zusammenhänge der differenzierten Verhaltensweisen der Frühjahrs- und Sommerfalter wie auch der Individuen ein und derselben Generation sind wir noch nicht unterrichtet. Es sei aber auf die im übernächsten Kapitel erläuterten Beziehungen zu abiotischen Faktoren hingewiesen.

δ. *Weiteres Schicksal*

Klein (1932, p. 415–417) gibt auf Grund eigener Luftfeuchtigkeits- und Temperaturversuche die Lebensdauer des Großen Kohlweißlings mit 1 bis 2,5 Wochen an. Verteilt auf die Jahreszeiten ist sie im Herbst und Frühjahr länger als im Sommer. Hier interessiert in diesem Zusammenhang die Lebenserwartung der einer Vielzahl biotischer wie abiotischer Begrenzungsfaktoren ausgesetzten freifliegenden Falter, insbesondere der Wanderfalter. Die Ergebnisse über das Alter eingeschickter markierter *Pieris brassicae* sind in Tabelle 12 zusammengestellt: Unsicherheiten könnten sich allenfalls aus ungenauen Zeitangaben der Einsender ergeben. Zum Vergleich wurden beide Faltergenerationen getrennt aufgeführt. Danach fällt das Gros der Rück-

meldungen und Beobachtungen auf bis 10 Tage alte Falter. 58 von insgesamt 69 Individuen wurden innerhalb der 1. Woche, weitere 10 bis zum Ende der 2. Woche gefangen. Mit 14 Tagen scheint demnach die Lebenserwartung unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen im allgemeinen erschöpft zu sein.

Tabelle 12

Wiederfänge gezeichneter *Pieris brassicae* nach Tagen

Tage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Frühjahrsgen. 1954																	
Männchen	2					1		1					1				
Weibchen	1			1	3			1					1				
Sommergen. 1954																	
Männchen		3	3	2	4	2	3			2							
Weibchen	3	7	5	9	2	4	3	1		2			1			1	

Neben abiotischen Faktoren können räuberische Feinde die Imagines frühzeitig dezimieren. Nach Blunck spielen solche in Gestalt von Räubern verhältnismäßig wenig mit: „Höchstens einige Vogelarten greifen gelegentlich merklich ein" (Blunck, 1944, p. 470). Außerdem werden Wespen *(Vespa spec.)*, Hornissen *(Vespa crabro* L.), Laufkäfer (Carabiden), Ameisen und Spinnen als Feinde erwähnt (Lederer, 1939, p. 153–155). Von dem Wirkungsgrad dieser biologischen Eingriffe in die Population der Falter gewannen wir bei unseren Versuchen ein Bild. Vorzugsweise bei naßkalter, den Falterflug hemmender Witterung fiel *Pieris brassicae* Singvögeln und den 1954 stark auftretenden Wespen zum Opfer. Am 14. 6. fanden sich beispielsweise im Bereich des Startplatzes nahezu 300 Kohlweißlingsflügel; das entspricht etwa 30% aller am gleichen Tag ausgesetzten Versuchsfalter. Vor allem fielen Gartenrotschwänzchen *(Phoenicurus phoenicurus* L.), die als typische Kerbtierfresser bei kalter, regnerischer Witterung unter Nahrungsmangel leiden und dann auch mit weniger zusagender Beute vorliebnehmen, über die Falter her. An warmen, sonnigen Tagen mit reichem Insektenflug blieben die Falterverluste aber erheblich geringer, obschon den fluggewandten Rotschwänzchen fliehende Kohlweißlinge kaum entgehen dürften.

Während nun Vögel den am Ende ihrer Brutzeit gestarteten Sommerfaltern nicht mehr nachstellten, traten Wespen (Vespidae) – die sich 1954 stark vermehrt hatten – an deren Stelle. Ohne unser Eingreifen hätten sie kaum geringere Verluste als die Vögel verursacht. Auf die Jagdgewohnheiten dieser soziallebenden Hymenopteren kann hier nicht näher eingegangen werden. Erwähnt sei nur, daß *Vespa germanica* F. nicht zum Abflug stimulierte Falter mit ihren scharfen Mandibeln tötete, in einzelne Teile zerlegte (Abb. 4) und stückweise zum Stock forttrug. Die Nester selbst konnten durch Verfolgen der beladen, d.h. langsam fliegenden Arbeiterinnen ohne Schwierigkeiten gefunden werden. Es kann somit kaum zweifelhaft sein, daß die Versuche ohne den massierten Angriff dieser Räuber zahlenmäßig gesichertere Ergebnisse geliefert hätten; andererseits zeigen die Beobachtungen, wie rasch das Überangebot eines Insektes durch natürliche „Puffer" in die Norm zurückpendeln kann.

5. Beziehungen zwischen Wanderflügen und Witterungsfaktoren

Wiederholt wurde auf Beziehungen zwischen Verhaltensweisen der Falter und den vorherrschenden Witterungsfaktoren hingewiesen. Es schien uns daher zweckmäßig, den hier im Brennpunkt des Interesses stehenden Eintritt der Kohlweißlingsfalter in die Wanderphase mit den meteorologischen Verhältnissen zu vergleichen. Die erforderlichen Daten stellte die 12 km nördlich des Startplatzes gelegene Wetterwarte Bonn dankenswerterweise zur Verfügung. Außerdem wurden für die im engen Rheintal gewöhnlich abweichenden Windverhältnisse eigene Messungen verwertet. Angesichts der untergeordneten Bedeutung, die lokalen Abweichungen bei den hier in Rede stehenden Großraumwanderern zukommen könnte, glauben wir uns mit der Darstellung der Bonner Witterungsverhältnisse begnügen zu können (Tabelle 7 u. 5).

Allgemein war aufgefallen, daß die Falter bei Tagesdurchschnittstemperaturen unter 15° selbst bei sonst günstigem Flugwetter nicht oder kaum zum Abflug von der Insel gestimmt waren. Sie flogen z. B. am 7. Juni (Tabelle 13) bei sonnigem Wetter und 19° Maximaltemperatur zu Hunderten am Startplatz umher, stellten aber unverzüglich ihren Flug ein, wenn die Sonne hinter einer Cumulus-Wolke verschwand. Bei partieller Beschattung der Wiese hatte man den Eindruck, als dirigierten Wolken die auf engem Raum zusammengedrängten Falter. Am folgenden Tag sahen wir sie bei gleichen Wetterverhältnissen aber 5,5° höherer Maximaltemperatur auch im Schatten umherfliegen. Es scheinen demnach gewisse Korrelationen zwischen Sonnenstrahlung und Lufttemperatur einerseits und den Falterflug auslösenden Faktoren andererseits zu bestehen.

Bei ähnlichen Beobachtungen im Kreis Eckernförde kam es nach längerem Störungswetter am 8. 8. 1953 zu einer Besserung mit einem Anstieg der Tagesmitteltemperaturen auf 20°; mit der Wetterbesserung setzte intensiver Kohlweißlingsflug ein, verbunden mit einem augenfälligen Abflug der Weibchen. Die damals geäußerte Vermutung eines temperaturbedingten wanderflugauslösenden Außenfaktors fanden wir im folgenden Jahr bei den Nonnenwerther Beobachtungen bestätigt. Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, wurden Tagesmitteltemperaturen von 20° und darüber nur während zweier Perioden erreicht, nämlich vom 26.–28. Mai und vom 18.–20. Juni. Vergleiche mit der jeweiligen Großwetterlage weisen darauf hin, daß es sich dabei nicht um rasch wechselnde, lokale Erwärmung, sondern um kräftige Hochdruckwetterlagen gehandelt hat, deren Kern im Mai über Nordeuropa, im Juni hingegen über ganz Mitteleuropa gelegen hat. Zum mindesten im Juni lag das Rheinland im Einzugsbereich südlicher Luftströmung. Interessanterweise ergibt nun eine Gegenüberstellung dieser Wetterlagen mit den Rückmeldungen markierter Falter von *Pieris brassicae* direkte Beziehungen zu den Wanderflügen. Weibchen Nr. 1 (Tab. 10), am 26. 5. ausgesetzt, wurde 27 Stunden später in der Eiler Feldmark südlich Köln gefangen. Der Einsender Heinz Müller schreibt dazu: „Das Weibchen befand sich in eiligem Flug Richtung Köln, d. h. Norden." An beiden Tagen meldete die Wetterwarte Bonn Durchschnittstemperaturen von 20 und 22° und Maximaltemperaturen von 28 und 29°. Die Sonnenscheindauer erreichte am 27. mit 14 Stunden das Maximum in dieser Hochdruckwetterlage. Demgegenüber lag die mittlere Windstärke unter 1, war also äußerst günstig für ein ungehindertes Einhalten der Wanderrichtung. Das Weibchen Nr. 13, aufgelassen am 18. 6., flog bis Duisburg-

Meiderich; sein Wanderflug fällt demnach in die zweite Schönwetterlage vom 18.–20. 6. mit Maximaltemperaturen von 31°, hoher Sonnenscheindauer und geringer durchschnittlicher Windgeschwindigkeit. Schließlich korrespondiert auch die Migration des Weibchens Nr. 11 mit dieser Wetterlage, obgleich man annehmen könnte, daß die 12 km lange Flugstrecke in nördlicher Richtung in relativ kürzerer Flugzeit, d.h. wahrscheinlich auch bei kurzfristiger Wetterbesserung, hätte bewältigt werden können.

Nicht weniger eindeutig liegen die Zusammenhänge bei der Sommergeneration 1954. Während der nahezu 4wöchigen Startzeit registrierte die Bonner Wetterwarte lediglich vom 1.–4. September mittlere Temperaturen von mehr als 20°, während Maxima von 25° und darüber an 6 Tagen gemessen wurden. In diese Zeitspanne fällt die einzige Hochdruckwetterlage während unserer Experimente mit Sommerfaltern. Auf der Westseite eines ostwärts wandernden Hochs gelegen, standen wir im Rheinland unter dem Einfluß südwestlicher Strömung. Ein Vergleich mit Tabelle 8 zeigt wieder direkte Beziehungen zu nachweislich gewanderten Faltern. Alle 4 Rückmeldungen aus größerer Entfernung vom Startplatz fallen in diese Periode. Weibchen Nr. 21 wurde am 31. 8. (Tagesmittel 18°, Maximum 25°), Nr. 23, 26 und 27 am 1. 9. (Tagesmittel 20°, Maximum 28°) ausgesetzt.

Wenn diese Befunde eindeutig Zusammenhänge zwischen Wanderflug und erhöhter Temperatur erkennen lassen, müßten ebenso aus früheren Jahren datierende Wanderflüge gleichen Temperaturbedingungen zugeordnet werden können. In Tabelle 14 a–l sind diejenigen Migrationen ausgewertet, für die uns amtliches Zahlenmaterial aus den meteorologischen Jahrbüchern zur Verfügung stand. Die Daten sind jeweils der dem Beobachtungsort am nächsten gelegenen Klimastation entnommen, soweit sie den direkten Vergleich rechtfertigen. Um Unsicherheiten durch Laienbeobachtungen bzw. Verwechselungen mit bahnfliegenden Männchen auszuschalten, haben wir uns bei dem berücksichtigten Material auf Massenflüge des Falters beschränkt.

Ein Anfang August 1901 in Zinnowitz/Usedom beobachteter Massenflug (Riesen, 1901, p. 162–163) fiel nach Angaben der Meteorologischen Station in Swinemünde in eine Periode von 21° Durchschnittstemperatur. Ähnliche Verhältnisse herrschten bei einem Wanderflug vom 27.–31. Juli 1912 am Strand von Boltenhagen an der Ostsee (Albert, 1926, p. 12). In der Zeit vom 16.–19. und weiter vom 22.–24. 7. beobachteten G. Waack (briefliche Mitteilung vom 13. 8. 1934 an Prof. Blunck), Dettelefs (briefliche Mitteilung an Prof. Blunck vom 6. 8. 1934), Fiege und Lüthje (briefliche Mitteilung an Prof. Blunck vom 28. 7. 1934) Kohlweißlingszüge im Raum Flensburg bis Kiel und auf den Nordseeinseln Roem und Sylt. Im Schreiben von G. Waack heißt es u. a.: „Der Flug vom 16.–19. 7. 34 dürfte wohl bis Kiel und weiter durchgeflogen sein, da ich am 19. 7. 34 nachmittags von Eckernförde bis Kiel einen sehr starken Falterflug gesehen habe. Windrichtung NW, Windstärke 2–3, Temperatur schätzungsweise 25°, Bewölkung heiter." Während des Falterfluges am 24. 7. bei Flensburg lag die Temperatur nach der gleichen Quelle bei 20–23°. Die Wetterwarte Flensburg registrierte in jenen Tagen Durchschnittstemperaturen von 20–22°. Am 22. 7. 34 beobachtete Kuhlmann (briefliche Mittlg. an Prof. Blunck vom 24. 7. 34) von 11–14 Uhr und 23° Falterschwärme in Altona. Weiter meldete die Landesbauernschaft Pommern (Schreiben vom 22. 7. 35) am 17. 7. 1935 Falterflug im Bereich des Verwaltungsamtes Stettin. In Berlin-Dahlem lag das Tagesmittel zu der Zeit bei 20°. Ebenso fiel ein am 27. 7. 36 in Allenstein be-

obachteter Massenflug (PASTERNACK, briefliche Mittlg. an Prof. BLUNCK vom 1. 4. 37) nach Angaben der Station Osterode mit 19° bzw. 23° am folgenden Tag zusammen. Aus Hohenstein (MÄNZ, briefliche Mittlg. an Prof. BLUNCK vom 4. 9. 36 und 1. 10. 36), Gdingen (WINKLER, briefliche Mittlg. an Prof. BLUNCK vom 30. 9. 36), Güldenboden (NEUMANN, briefliche Mittlg. an Prof. BLUNCK vom 21. 1. 37), Insterburg und Gumbinnen (SPEISER, briefliche Mittlg. an Prof. BLUNCK vom 6. 3. 37) wurden in der Zeit vom 16.–21. 7. 36 Massenflüge gemeldet. WINKLER gibt folgende Witterungdaten für den am 21. 7. im Hafen von Gdingen beobachteten Schwarm an: „Windrichtung W, Windstärke 1–2, Wetter schön, leicht bedeckt." Wie aus Tabelle 14 ersichtlich meldete die Meteorologische Station Osterode vom 18.–20. 7. bis 22° im Tagesdurchschnitt. Im folgenden Monat des gleichen Jahres beobachtete BLUNCK (1954, p. 500–505) in Bülk an der Kieler Bucht eingehend das Flugverhalten des Wanderfalters. Während schwache Wandertendenz auch an Tagen mit geringer Sonnenscheindauer festzustellen war, kam es an einzelnen guten Tagen zu verstärktem Abwandern. Später nahm dann die Wanderneigung zunehmend ab, bis sie zu Beginn der 3. Dekade bei an sich freundlichem Wetter nicht mehr festzustellen war. In der graphischen Darstellung (Tab. 14 a–l) sind weitere Wanderflüge verglichen; sie fallen großenteils mit überdurchschnittlichen Temperaturen und dementsprechend erhöhter Sonnenscheindauer zusammen. In einigen Fällen sich ergebende Abweichungen beruhen möglicherweise auf lokalen Witterungsschwankungen (Gewitterstörungen) bzw. ungenauer Tagesangabe des beobachteten Wanderfluges.

Daß einmal vom Migrationstrieb erfaßte, d. h. abgeflogene Falter nicht mehr an diesen, etwa bei 20° Durchschnittstemperatur gelegenen Schwellenwert gebunden sind, wird durch im Gebirge, auf See oder in größeren Höhen wandernde Falter erkennbar. In unserer Übersicht (Tabelle 14 K + L) sind 3 Migrationen aus dem deutschen Mittelgebirge aufgeführt, die mit durchschnittlichen Temperaturen von 10–12° zusammenfallen. Über das Schicksal eines derartigen Wanderzuges berichtet OTTO (1888, p. 3–26): „Im August 1884 wanderte an mehreren schönen Tagen *Pieris brassicae* in den Pinzgauer Alpen in solchen Massen, daß die Erscheinung einem Schneegestöber ähnlich sah. Die Falter flogen bei windstillem Wetter südwärts gegen die ‚Tauern', also gegen die Alpenpässe." An den folgenden Tagen fand der Beobachter auf einem Gletscher tote und noch lebende halberstarrte Kohlweißlingsfalter in großer Zahl.

Über die Beziehungen zwischen Wanderflug- und Windrichtung geben die Nonnenwerther Versuche in einigen Fällen sicheren Aufschluß. Nach dem auf S. 287 beschriebenen Flugverhalten am Startplatz könnte man vermuten, daß die Luftströmung richtungweisend auf die Ausbreitungstendenz einwirkt. Vergleiche der Witterungstabellen (Tabellen 7 und 5) mit Wanderflugtagen zeigen aber eindeutig eine negative Korrelation, d. h. die Orientierung der Wanderer erfolgt unabhängig von der jeweiligen Luftströmung. Dazu einige Beispiele:

Während der 27 Stunden, die zwischen Start und Wiederfang des 30 km nördlich Nonnenwerth nachgewiesenen Wanderfalters Nr.1 (Tabelle 10) liegen, registrierte die Wetterwarte Bonn schwache Winde aus südwestlicher am 1. und östlicher Richtung am 2. Tag. Ebenso fällt die innerhalb vom 18. bis 22. 6. erfolgte Abwanderung des Falters Nr. 13 mit sehr unterschiedlicher Windrichtung zusammen.

Diese Befunde weichen nicht von den Beobachtungen anderer Autoren ab. Blunck (1954, p. 526) faßt seine diesbezüglichen Ergebnisse wie folgt zusammen: „Wind beeinflußt zwar die Fluggeschwindigkeit sowie die Einstellung des Körpers zur angestrebten Wanderrichtung und kann den Faltern auch vorübergehend die Flugrichtung aufzwingen, bestimmt über die Wanderrichtung aber im übrigen nicht."

Tabelle 15

Tägliche mittlere Windstärke vom Start- bis zum Wiederfangtag bei nachweislich gewanderten *Pieris brassicae* L. (Die Daten sind der Wetterwarte Bonn entnommen.)

Rückgemeldete Falter Nr.	1.	2.	3	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10. Flugtag
1	0,7	0,7								
2	–	–	1,7	0,7	0,7					
11	1,3	0,7	1,0	1,3	1,7					
13	0,3	1,3	0,7	1,0	1,3					
21	0,7	1,0	0,7	0,3	2,0	1,3	1,3			
23	1,0	0,7	0,3	2,0	1,3	1,3				
26	1,0	0,7	0,3	2,0	1,3	1,3	0,3	1,3	3,0	2,7
27	1,0	0,7	0,3	2,0	1,3					

Vergleicht man die in Tabelle 15 erfaßte durchschnittliche Windstärke mit den durch Rückmeldungen belegten Wanderflugtagen, so ergibt sich weiter, daß der Falter bevorzugt bei niedriger Windgeschwindigkeit zum Wandern disponiert ist. Das Gros fällt mit durchschnittlichen Windstärken unter 2,0 zusammen.

6. Verbleib nicht vom Wandertrieb erfaßter Falter

In diesem Zusammenhang interessiert auch der Verbleib jener Falter, deren Wanderphase nicht in die aufgezeigten Perioden fällt. Von insgesamt 31 Beobachtungstagen im Mai und Juni fielen 7 in ausgesprochen regnerisches Wetter, so daß die Falter nicht einmal zur Nahrungssuche umherflogen. Selbst Schüttelbewegungen veranlaßten sie nicht zum Abflug aus ihren Transportkästen; ausgesetzt blieben sie tagelang mit geschlossenen Flügel am gleichen Ort sitzen und waren mithin ihren Feinden schutzlos preisgegeben (vergl. S. 299). Die durchschnittliche Tagestemperatur schwankte zu dieser Zeit zwischen 11° und 18°; an Sonnenschein fehlte es demnach weitgehend bzw. vollständig. Mit zunehmender Sonnenscheindauer nahm aber die Flugaktivität selbst bei niedrigerer Temperatur zu, ohne jedoch über Nahrungsflüge, allenfalls schwache Balzflüge hinauszuführen. Rege Flugtätigkeit außerhalb der beiden Hochdruckwetterlagen (vergl. S. 299) konnten wir an 7 Tagen – am 25. 5., 3., 10., 12. und 15. bis 17. 6. (vergl. Tabelle 13) – mit Maximaltemperaturen von 19–25° und 5- bis 14stündigem Sonnenschein feststellen. Zahlenmäßig ist unser Beobachtungsmaterial aber nicht stichhaltig genug, um mit Sicherheit angeben zu können, daß an diesen Tagen keine erhebliche Wanderneigung bestand. Der oben zugrunde gelegte Tagesdurchschnitt von 20° wurde im Startgebiet jedenfalls nicht erreicht. (Vergl. Tabelle 7.) Abgesehen von dem schon erwähnten (vergl. S. 286) unregelmäßigen Abwandern männlicher Falter ist auch der Verbleib eines Teils der Weibchen bemerkens-

wert. Von 5 im Umkreis von 6 km wiedergefangenen Weibchen wurden 2 am Starttag (Nr. 6 und 7 der Tabelle 7), die übrigen nach 3 (Nr. 3), 4 (Nr. 2) und 9 (Nr. 15) Tagen festgestellt. Zum mindesten beim letztgenannten Falter fiel die Präovipositionsperiode mit geeignetem Wanderwetter zusammen; hingegen hätte das am Starttag – 7 Stunden später – wiedergefangene Weibchen Nr. 6 auch an den folgenden Tagen innerhalb der Hochdruckwetterlage wandern können.

Grundsätzlich nicht davon abweichend, im ganzen aber wegen der allgemein ungünstigeren Wetterverhältnisse undurchsichtiger, erscheint das Verhalten der Sommerfalter in unserem Versuch. 67 von insgesamt 72 Rückmeldungen beziehen sich auf die Umgebung der Rheininsel. Ein Vergleich der Temperaturverhältnisse jener, für die Jahreszeit zu feuchten und kühlen August- und Septemberwochen, läßt bereits vermuten, daß die Voraussetzungen zu eigentlichen Wanderflügen vielfach nicht gegeben waren. Abgesehen von der Wanderperiode Anfang September (vergl. S. 300) sind die Falter wahrscheinlich nur zum Streichen, d. h. zu ungerichteten Flügen in der Umgebung disponiert gewesen, wenn nicht gar ortsfest geblieben. Aber selbst aus der Zeit vom 1. bis 4. September mit Tagesdurchschnittstemperaturen von 20 bis 21° liegen gesicherte Angaben über mangelnde Wanderbereitschaft vor. Wie aus Tabelle 10 ersichtlich, blieben von am 31. August gestarteten Weibchen 2, vom 2. September 4, vom 3. ebenfalls 2 und vom 4. des Monats 9 Falter in der näheren Umgebung der Rheininsel. Danach muß ein Teil der Weibchen selbst bei dem günstigen Flugwetter nicht vom Wandertrieb erfaßt worden sein. Die Ursache so unterschiedlichen Verhaltens ist unbekannt. Der von Kettlewell (1952, p. 832–833, Ref. 1953, p. 156) geäußerte genetische Erklärungsversuch trägt durchaus hypothetischen Charakter (vergl. S. 278).

D. Über den Auslösungsmechanismus der Falterwanderungen

Wenn nachstehend trotz anfänglicher Bedenken noch auf weitere Möglichkeiten kausaler Zusammenhänge der Kohlweißlingswanderungen und ihre auslösenden Faktoren hingewiesen wird, so nur deshalb, um zu weiterer Beobachtung und damit endgültiger Klärung des Problems anzuregen.

Im Zusammenhang mit der im 1. Kapitel beschriebenen Übersicht über das paläarktische Verbreitungsgebiet von *Pieris brassicae* wurde auf einige Eigentümlichkeiten im Verhalten der Imagines in Ägypten und Palästina hingewiesen. Es wurde festgestellt, daß die Art an der Grenze der fatalen Zone – nach Klein (1932, p. 446) liegt diese oberhalb 26° Monatsdurchschnittstemperatur – in der heißen Jahreszeit fehlt und erst nach Eintritt kühleren Wetters diese Randgebiete aufs neue durch Einflug und anschließende Vermehrung besiedelt. Danach scheint in diesem Grenzgebiet ein Zusammenhang zwischen Fortpflanzung und migrationsauslösenden Faktoren zu bestehen, was angesichts der Befunde an *Danaus plexippus* in Nordamerika nicht weiter überrascht (vergl. S. 280). Überdies sind gleichlautende Beziehungen in der Ornithologie schon lange bekannt.

Es bleibt aber noch zu untersuchen, ob und wieweit sich die hier in Rede stehenden europäischen, insbesondere nordeuropäischen Falter und deren Verhaltensweise mit denjenigen an der südlichen Verbreitungsgrenze vergleichen lassen. Seitz (1909, p. 45) gibt für beide Gebiete keine Lokalformen an, so daß kaum der Verdacht einer durch Isolierung entstandenen physiologi-

schen Rassenbildung besteht. (Lokalformen sind dagegen nach Seitz u. a. für die Kanarischen Inseln wie auch für die Azoren nachgewiesen. Vermutlich fehlt hier ein Genaustausch zwischen den Faltern des Kontinents und den Inselbewohnern.)

Für die Existenz unmittelbarer Beziehungen spricht die Herkunft bevorzugter Nahrungspflanzen des Kohlweißlings. Diese sind nämlich vorzugsweise in den Mittelmeerländern und im Orient beheimatet und erst durch den ackerbautreibenden Menschen nach Zentral- und Nordeuropa verschleppt bzw. eingeführt worden. Dazu einige Beispiele: Die Wildformen unserer Kohlarten (*Brassica oleracea var. silvestris* L. u. a.) stammen aus der Strand- und Bergregion der Mittelmeerländer. Das gleiche trifft für unsere wichtigsten kreuzblütigen Ackerunkräuter *Raphanus raphanistrum* L. und *Sinapis arvensis* L. zu (Hegi, 1906, IV, 1, p. 274 und 266). Beide Pflanzen werden in unseren Breiten von der I. Faltergeneration bevorzugt belegt. Von den im europäischen Massenwechselgebiet ursprünglich endemischen Kruziferen konnten allenfalls Strandkreuzblütler (*Cacile maritima* Scopoli, *Crambe maritima* L. und *Lepidium latifolium* L.) stärkere Verbreitung des Kohlweißlings gewährleisten. Aus alldem erhellt, daß *Pieris brassicae* als ausgesprochener Kulturfolger vor der Besiedlung Mittel- bis Nordeuropas hier lediglich an den Küsten kreuzblütige Pflanzen in genügender Zahl vorfand, während die Art im mediterranen Gebiet allgemein geeignete Lebensbedingungen antraf.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß dort die eiszeitlichen Refugialgebiete liegen, von denen aus in prähistorischer Zeit weitere Teile Europas besiedelt wurden. Mithin könnte die Wanderneigung – im Mittelmeergebiet eine notwendige Ausweichbewegung vor vernichtenden Temperaturverhältnissen – als erblich fixierte Anlage, im einzelnen jedoch den vorherrschenden klimatischen Bedingungen des jeweiligen Verbreitungsareals angepaßt, erhalten geblieben sein. Bekanntlich strebt das unter dem Einfluß eines Wärmegefälles stehende Insekt einer Vorzugstemperatur zu; diese kann durch andere Faktoren, z. B. Ausgangstemperatur oder Luftfeuchtigkeit innerhalb gewisser Grenzen modifiziert werden.

Aus dem Verhalten des Falters an der Südgrenze seiner Verbreitung geht weiter hervor, daß die Temperatur auch unmittelbar als Auslöser aktiver Flugbewegung wirkt. Bei Durchschnittstemperaturen unter 15° (vergl. S. 299) kommt es in unseren Breiten auch bei sonst günstigen Wetterbedingungen wahrscheinlich nicht zum Eintritt in die Wanderphase. Die Falter fliegen dann bei sonnigem Wetter ohne feste örtliche Bindung nektarsaugend umher oder sie verhalten sich still. Mit ansteigender Temperatur erhöht sich ihre Flugaktivität; die nunmehr gesteigerte Tendenz zum Verlassen der Geburtsstätte erweckt dabei den Anschein beginnender Abwanderung. Nachgewiesene Rückfunde markierter Stücke zeigen aber hinreichend sicher, daß es sich hierbei noch um ungerichtete Flüge, d. h. um in der Umgebung verbleibende Kohlweißlingsfalter handelt. Diese Tendenz zum Streichen scheint aber bei weiterem Anziehen der Temperaturkurve zum gerichteten Flug überzuleiten. Nach unseren Versuchsergebnissen und Vergleichen mit Massenflügen früherer Jahre dürfte der Schwellenwert etwa bei 20° Durchschnittstemperatur liegen. Die Flugaktivität nimmt mit weiterem Temperaturanstieg noch mehr zu; dabei wird der Nahrungstrieb wahrscheinlich durch den Migrationstrieb zunehmend kompensiert; der Falter wird zum pausenlos gerichtet fliegenden Wanderer, der selbst auf werbende Männchen nicht mehr reagiert.

Ein solcher Wanderer ist unschwer an seinem Flugverhalten zu erkennen. Hindernissen weicht er nicht seitlich aus, sondern er überfliegt sie, um nach deren Überwindung auf die alte Flughöhe zurückzukehren. WILLIAMS (1903, p. 331) berichtet von Wanderfaltern, die selbst offene Fenster und Eisenbahntunnel durchflogen, ohne von ihrer Richtung abzuweichen. Man bedenke ferner, daß gesteigerter Wandertrieb den Falter in unwirtliche Gegenden – Meer, Hochgebirge – treiben kann, wo er leicht Witterungsunbilden oder der Erschöpfung zum Opfer fällt.

Ausgesprochener Wanderflug fällt im mitteleuropäischen Raum in der Regel mit stabilen Wetterlagen zusammen, die ihrerseits erst den notwendigen Temperaturanstieg bewirken. Wie weit dabei die Luftmassenverteilung der Troposphäre auf die Flugrichtung Einfluß nimmt, läßt sich anhand des vorliegenden Materials noch nicht nachprüfen (vergl. S. 278).

Beachtung verdient in diesem Zusammenhang das unterschiedliche Verhalten der Geschlechter. Nach unseren Befunden liegt kein stichhaltiges Material über Beteiligung männlicher Falter an aktiven Wanderflügen vor. Während die weiblichen Falter schon bald nach dem Schlüpfen – auch ohne begattet zu sein – abfliegen können, verlieren ihre Männchen teilweise erst nach Tagen diese enge Bindung an die Geburtsstätte.

An der Südgrenze des indischen Verbreitungsgebietes von *Pieris brassicae*, wo nach LEFROY (WILLIAMS, 1939, p. 491) die Falter in der warmen Jahreszeit der Vernichtung durch Abflug in kühlere Berglagen entgehen, wirkt sich der Wandertrieb unmittelbar arterhaltend aus. In dem Massenwechselgebiet Europas könnte er allenfalls zum Aufsuchen von Gebieten mit günstigeren Lebensbedingungen führen. Dafür würden Klimakammerversuche von KLEIN (1932, p. 423) sprechen, wonach die stärkste Eiablage bei 15–17° verbunden mit einer Luftfeuchtigkeit von 78 % an aufwärts erfolgt; bei Temperaturen also die unterhalb des den Wandertrieb auslösenden Temperaturreizes liegen. Mit Abschluß des Präovipositionsperiode erlischt der Migrationstrieb wahrscheinlich. Der Falter sucht nunmehr geeignete Eiablagebiotope und wird dann standorttreu.

Zusammenfassung

In den Jahren 1953 und 1954 wurden Flugversuche zur Erforschung der Migrationen des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) im mittleuropäischen Massenwechselgebiet durchgeführt.

Die Falter zeigen sexuell bedingte Unterschiede im Flugverhalten. Die Männchen suchen nach dem Schlüpfen einen geeigneten Biotop zur Nahrungsaufnahme und bleiben gegebenenfalls im Bereich der Geburtsstätte. Frühestens einige Stunden später hat ihr Sexualtrieb die zur Revierbildung und zum Balzflug notwendige Intensität erreicht. Richtung und Ausdehnung der dann einsetzenden Suchflüge werden weitgehend den jeweiligen Gelände- und Windverhältnissen angepaßt. Die Reviertreue ist stark ausgeprägt. Das Flugverhalten der Weibchen wird stärker als bei den Männchen von Witterungsfaktoren beeinflußt. Nicht in Wanderstimmung befindliche frisch geschlüpfte Falter fliegen ohne örtliche Bindung nahrungsuchend umher. Sie gehen nach dem Anflug werbender Männchen alsbald die Kopula ein. Innerhalb des ersten Lebenstages verläßt der größte Teil bei geeignetem Wetter den Geburtsort.

Die Frühjahrsfalter lassen in Mitteleuropa ungeachtet der Populationsdichte eine nördliche Wandertendenz erkennen, während die nachfolgende Sommergeneration allgemein eine südwestliche Ausbreitungsrichtung einschlägt.

Die Sommerfalter stellen mit 80 % das Gros der nachgewiesenen Massenflüge. Demgegenüber fliegen Frühjahrswanderer wegen ihres allgemein schwachen Auftretens mehr einzeln.

Zwecks Nachweis von Auslösungsursachen der Migrationen wurden im Sommerhalbjahr 1954 auf der Rheininsel „Nonnenwerth", Reg. Bez. Koblenz, Flugversuche mit etwa 17000 im Puppenstadium aus Dänemark bezogenen, nach dem Schlüpfen markierten und dann ausgesetzten Faltern angestellt. Von den zwischen Gemüsekohlpflanzungen im Mai und Juni ausgesetzten Weibchen der 1. Generation schritt praktisch keins dort zur Eiablage. Auch während der Flugzeit der 2. Generation blieb die Insel befallsfrei.

Von 9154 (davon 4623 Weibchen) ausgesetzten Frühjahrsfaltern wurden 15 (darunter mindestens 9 Weibchen) nach 1–21 Tagen zurückgemeldet. Alle 8 „Fernfunde" weisen auf nördliche bis nordwestliche Wanderrichtung hin. 1 Weibchen wurde 27 Stunden nach dem Start 30 km, ein anderes nach 4 Tagen 95 km nördlich der Rheininsel gefangen. 72 von insgesamt 7726 (davon 4459 Weibchen) im August und September aufgelassenen Sommerfaltern wurden größtenteils in der Umgebung des Startplatzes wiedergefangen. 4 Weibchen wanderten nachweislich 7,5 bis 23 km und zwar in süd- bis südwestlicher Richtung.

Die nachgewiesenen Migrationen der 1. Generation entfallen auf Hochdruckwetterlagen und Tagesdurchschnittstemperaturen von 20–23°. Ebenso fielen die Wanderflüge der Sommergeneration in die einzige stabile Wetterlage dieser Flugzeit. Vergleiche mit Massenflügen früherer Jahre zeigen gleiche Zusammenhänge. Daraus wird der Schluß gezogen, daß gerichtete Flüge im mitteleuropäischen Raum mit stabilen Wetterlagen, d. h. mit Tagesdurchschnittstemperaturen von 20° aufwärts zusammenfallen.

Die Anlage zum Wandern ist genetisch fixiert; sie steht an der Südgrenze des paläarktischen Verbreitungsgebietes (Nordafrika, Vorderasien) in unmittelbarem Zusammenhang mit der Arterhaltung. Es wird vermutet, daß *Pieris brassicae* L. von diesem Genzentrum aus ebenso wie seine wichtigsten kreuzblütigen Nährpflanzen in prähistorischer Zeit in das heutige europäische Massenwechselgebiet vorgedrungen ist.

Summary

Flight tests with the Large White (*Pieris brassicae* L.) for studying migration are reported. The males, for the most part, remain near their larval habitat but, given suitable weather, the females fly away a few days after emergence. In Central Europe, the spring brood spreads in a northerly direction whilst the summer generation usually follows a southwesterly course. The migration of both broods ceases whit anticyclonic conditions and daily mean temperatures of 20–23°, as was shown by recoveries. The tendency to migration is genetically fixed; in the southern limit of its Palaearctic distribution, it is directly connected with the preservation of the species. It is supposed that *Pieris brassicae*, as well as its most important cruciferous hosts, spread out from this centre in prehistoric times into its present European area.

Literatur

Albert, E.: Schmetterlingswanderungen. Von Lübecks Türmen. Lübecker Gen.Anz., Lübeck, **36**, 3, 12, Jan. 1926.

Anon.: Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im August 1927. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, Berlin, **7**, 10, Okt. 1927.

— Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Mai 1937. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, Berlin, **17**, 58, 1937.

— Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Juli 1937. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, Berlin, **17**, 75, 1937.

— Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im August 1928. Nachrichtenblatt f. d. Deutschen Pflanzenschutzdienst, Berlin, **8**, 97–102, 1928.

— Zahlreiches Vorkommen von Faltern. Ent. Nachr. **2**, 173–174, 1876.

— Wanderzüge in Zschopau. Dresdener Anz., Dresden, **165**, 4 b, 1895.

— Schmetterlings-Schwärme über der Stadt. Berliner Morgenpost, Berlin, Nr. 177, — v. 25. VII. 1937.

— Schmetterlingsheer über Berlin. Berl. illustr. Nachtausgabe, Berlin, Nr. 167, — v. 21. VII. 1937.

— Kohlweißlinge schwärmen. Kieler Neueste Nachr., Kiel, Nr. 167, — v. 20. VII. 1937.

— Massenwanderungen von Kohlweißlingen in Schleswig-Holstein. Kieler Neueste Nachr., —, p. 14, v. 5. VIII. 1932.

— Große Kohlweißlingsschwärme. Anz. f. d. Fürstentum Lübeck, Eutin, **131**, 181, v. 4. VIII. 1932.

— Ein großer Wanderflug von Kohlweißlingen. Kosmos, Stuttgart, 24, 409, 1927.

Baunacke, —, Unsere Kohlweißlinge. Die kranke Pflanze, Dresden, **3**, 123–125, 1926.

Bemmelen, van, Over een groot mierennest en het trekken van insecten. Tijdschr. Ent., Leiden, **5**, 21–27, 1862.

Bertsch, K., u. F.: Geschichte unserer Kulturpflanzen. Stuttgart, 1947.

Blaha, E.: Wanderzug der Kohlweißlinge. Int. ent. Ztschr., Guben, **2**, 124, 1908.

Bovien, P., Jørgensen, J. und Mitarbeiter: Manedsoversigt over plantesygdomme. Statens Plantepatologiske Forsg, **342**, 113–123, 1954.

Blunck, H.: Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings. Ztschr. angew. Ent., **30**, 418–491, 1944.

— Zur Kenntnis des Massenwechsels von *Pieris brassicae* L. mit besonderer Berücksichtigung des Dürrejahres 1947. Ztschr. angew. Ent., **32**, 141–171, 1951.

— Beobachtungen über Wanderflüge von *Pieris brassicae* L. Beiträge zur Entomol., **4**, 485–528, 1954.

Borg, P.: Report of the Plant Pathologist. Ann. Rep. Dept. Agric., Malta, 12–15, 1929. (Ref.: R. A. E., London, XVIII, 260–261, 1930.)

Brönnle, H.: Die Kohlweißlingsplage. Obst- u. Gemüsebau, **72**, 132–133, 1926.

Burgeff, H.: Beiträge zur Biologie der Gattung *Zygaena*, II. Über die Gründe der Entstehung brauner Aberrationen unter den Zygaenen, ihren biologischen und systematischen Wert. Ztschr. f. wiss. Ins. Biol., **6**, 144, 1910.

Burmann, K.: Aus dem Leben der *Pieris callidice* Esp.-Falter. Ent. Nachr., **4**, 81–84, 1952.

Dohrn, C. A.: Schwärme von Weißlingen; *Chlaenius sulcicollis* u. *caelatus*. Stett. Ent. Ztg., **8**, 381, 1847.

Ficke, H.: Wanderungen der Gattung *Pieris*. Ent. Nachr., Leipzig, **10**, 373–374, 1884.

— Alpenwanderungen von Schmetterlingen. Soc. Entomol., **2**, 163, 1888.

Flachs, — : Massenhaftes Auftreten von Kohlweißlingen. Wochenbl. d. landw. Ver. in Bayern, **117**, 547, 1927.

Fraenkel, G.: Die Wanderungen der Insekten. Ergeb. Biol., **9**, 1–238, 1932.

Frank, —, u. Sorauer, —: Jahresbericht des Sonderausschusses für Pflanzenschutz. Arbeiten der D.L.G.H., Berlin, **29**, 160 pp. 1898.

Friederichs, K.: Zur Ökologie des Kohlweißlings. Ztschr. angew. Ent., **18**, 568–581, 1931

Frisch, v. K.: Gelöste und ungelöste Rätsel der Bienensprache. Naturwiss., **35**, 12–23 u. 38–43, 1948.

Feytaud, J.: Notes sur la Pieride du Chou. Bull. Soc. Etude Vulg. Zool. Agric. Bordeaux, XVIII, 5, 33–38, 1918.

Galli-Valerio, B.: Der Zug des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*). Naturwiss. Wochenschr., — **16**, 712, 1917.

Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. **IV**, 1, 1–491, München, 1906.

Hiltner, —: Über das massenhafte Auftreten der Kohlweißlinge. Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Stuttgart, **6**, 87–89, 1908.

Johansson, A. S.: Studies on the Relation between *Apanteles glomeratus* L. (Hym. Braconidae) and *Pieris brassicae*. Saertrykk av Norsk Entomologisk Tidsskr. B. **VII**, H. 4–5, 1951.

Kennedy, J. S.: Observations on the mass Migration of Desert Locust Hoppers. Trans. R. ent. Soc., London, **95**, 247–262, 1945.

Kettlewell, H. B. D.: A possible Genetic Explanation and Understanding of Migration of continous brooded Insects, Nature, London, **169**, 832–833, 1952. (Ref. Ber. wiss. Biol., **81**, 156, 1953.)

Key, K. H. L.: A Critique on the Phase Theory of Locusts. Quart. Rev. Biol., **25**, 363–407, 1950.

Klein, H. Z.: Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Kohlweißlinge. i. Der Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklung und Mortalität von *Pieris brassicae* L., Ztschr. angew. Ent., **19**, 395–448, 1932.

Krüger, W.: Vom Kohlweißling. Prakt. Ratgeber im Obst- u. Gartenbau, Frankfurt/O., **35**, 291, 1920.

Kurch, V.: Kohlweißlingswanderung. Die Heimat, —, **35**, 237, 1925.

Lederer, G.: Handbuch für den praktischen Entomologen, **2**, Tagfalter (Diurna). 2. Aufl. Die Naturgeschichte der Tagfalter. Teil II, 160 pp. Frankfurt/M., 1939.

— Handbuch für den praktischen Entomologen, **2**, Tagfalter (Diurna), 2. Aufl. Die Naturgeschichte der Tagfalter. Teil II, 164–354, Frankfurt/M., 1941.

Magnus, D.: „Bewegung" als optischer Schlüsselreiz beim Paarungsverhalten des Kaisermantels *Argynnis pahia* L. (*Lepid. Nymph.*). XIV. Intern. Zool. Congr. Copenhagen, 1953.

— Methodik und Ergebnisse einer Populationsmarkierung des Kaisermantels. Deutscher Entomologentag in Hamburg, 30. Juli bis 3. August 1953, Jena, 187–197, 1954.

Mazzucco, K.: Ergebnisse über die Wanderschmetterlingsbeobachtungen 1953, Ztschr. d. Wiener Entomologen, 93–96, 1954.

Lindemuth, –: Kohlweißlingsraupenbekämpfung. Die kranke Pflanze, **19**, 37, 1942.

Mell, R.: Inventur und ökologisches Material zu einer Biologie der süddchinesischen Pieriden. Zoologica, Stuttgart, **36**, 1–132, 1943.

— Die physiologische Situation der Tropisten, Ent. Ztschr. **65**, 1–23, 1955.

Mellows, C.: Altitudes at which Lepidoptera Occur. The Entomologist, London, **57**, 90–91, 1924.

Nielsen, Astrid, u. Nielsen, E. T.: Migrations of the Pieride Butterfly *Ascia monuste* L. in Florida. Ent. Medd., **26**, 386–391, 1952.

Otto, A.: Alpenwanderungen von Insekten. Soc. Entomol., **3**, 3–4, **13**, 20–21, 1888.

Palmen, E.: Ein auffallender Massenflug von *Phytometra gamma* L. und *Pyrameis cardui* L. (Lep.) in Südfinnland. Ann. Fennici, 12, 122–131, 1946.

Palmgren, —: Auslösung der Frühlingsunruhe durch Wärme bei gekäfigten Rotkehlchen (*Erithacus rubecula* L.). Ornis fennica, 14, 2, 71–73. (Ref. Der Vogelzug, 9, 1, 45, 1938.)

Petersen, B.: Die geographische Variation einiger fennoskandischer *Lepidoptera*. Zool. Bidrag, Uppsala, 26, 329–531, 1947.

Petersen, B., Törnblom, O. u. Bodin, N. O.: Verhaltensstudien am Rapsweißling und Bergweißling (*Pieris napi* L. u. *Pieris bryoniae* Ochs). Behaviour, Leiden, **4**, 67–84, 1952.

Radestock, H.: Todeswanderungen der Tiere. Kosmos, Stuttgart, **17**, 121–124, 1920.

Riesen, A.: Beitrag zur Makrolepidopteren-Fauna der Insel Usedom. Stett. Ent. Ztg., Stettin, 62, 160–168, 1901.

Sachtleben, H.: Auftreten des Kohlweißlings im Jahre 1920. Die Gartenwelt, Berlin, XXV, 87–88, 1921.

Schaffnit u. Lüstner: Bericht über das Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz in den Jahren 1916 u. 1917. Veröffentlichung der Landwirtschaftskammer f. d. Rheinprovinz, Bonn, **3**, —, 1919.

Schawerda, K.: Zur Lepidopterenfauna der Karawanken. Verhandl. Zool.-Bot. Ges. Wien, **78**, 103–105, 1929.

Schua, L.: Untersuchungen über den Einfluß meteorologischer Elemente auf das Verhalten der Honigbienen. Ztschr. f. vergl. Physiol., **34**, 258–277, 1952.

Schuster, W.: Coccinelliden- und Libellenschwärme „übers Meer". Meteorologische Einwirkungen als Ursache der verschiedenen Insektenzüge, insbesondere der Schmetterlingswanderungen. Ent. Jahrb. Leipzig, **22**, 70–77, 1913.

Schüz, H.: Vom Vogelzug (Grundriß der Vogelkunde). 231 pp., Frankfurt/M., 1952.

Seilkopf, H.: Über die meteorologischen Verhältnisse bei Falterwanderungen. Trans. Ninth. Int. Congr. Ent., **1**, 416–423, 1952.
— Der Jahresrhythmus im Brut- und Zugverhalten des Bermudasturmtauchers in seiner Abhängigkeit vom Klima. Natur und Volk, **82**, 366–369, 1952.
Seitz, A.: Die Groß-Schmetterlinge der Erde. Die paläarktischen Tagfalter. Stuttgart, **1**, 379 pp., 1909.
Selzer, A.: Die Wanderungen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) Int. ent. Ztschr., Guben, **11**, 226–229, 1918.
Speyer, W.: Die Wandergewohnheiten und der Flug des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). Ztschr. Pflanzenkrankh., **55**, 335–341, 1948.
Strand, E.: Lepidopterorum Catalogus. **53**, 697 pp. Berlin 1932.
Stephan, J.: Erscheinungen des passiven Wanderns bei Lepidopteren. Natur u. Offenbarung. Münster, **54**, 229–236, 1908.
Sylven, E.: Undersögninger över gammaflyet (*Phytometra gamma* L.). Statens Växtskyddsanstalten Medd., 48, 1–42, 1947.
Szent-Iványi, J.: The migration of the *Pieris brassicae* in Hungary in the year 1937. Annales historico-naturales musei nationalis hungarici, Budapest, 32, 131–135, 1939.
Taschenberg, E. L.: Brehms Tierleben, Leipzig u. Wien, **9**, 764, 1892.
Tinbergen, N., Meeuse, B. J. D., Boerema, L. K., und Varossieau, W. W.: Die Balz des Samtfalters, *Eumenis* (= *Satyrus*) *semele* L., Ztschr. f. Tierpsychologie, **V**, 182–226, 1943.
Tischer v. K.: Einige Worte über den Schmetterlingsregen am 22. August 1805 und Ideen über eine populäre Naturgeschichte schädlicher Insecten. Neue Lausizische Monatsschrift. Görlitz, **I**, 104–119, 1807.
Tischler, W.: Grundzüge der terrestischen Tierökologie. 220 pp., Braunschweig, 1949.
Urquhart, F. A.: A proposed method for marking migrant butterflies. Canad. Entomologist, Guelph, 73, 21–22, 1941.
Verity, R.: Notiz über Massenauftreten u. Wanderung von *Pieris brassicae*. Bullettiono della Societá Entomologica Italiana, Firenze, XXXVI, 5–6, 1904.
Waloff, Z., u. Rainey, R. C.: Field studies on factors affecting the displacements of Desert Locust swarms in Eastern Africa. Anti-Locust Bulletin, London, **9**, 1–48, 1951.
Warnecke, G.: Wanderzug des Großen Kohlweißlings am 23./24. Juli 1949 bei Hamburg. Mitt. d. Faun. Arbeitsgem. f. Schl.-Holstein, Hamburg und Lübeck, **II**, 20, 1949.
Weber, H.: Grundriß der Insektenkunde. 428 pp., Stuttgart, 1954.
Wigglesworth, V. B.: The Principles of Insect Physiology. 544 pp. London & New York, 1950.
Wilke, S.: Tierische Schädlinge. Mittlg. a. d. B. R. A. —, **37**, 160–168, 1928.
Wittstadt, H.: Über die Markierung von lebenden Faltern. Ent. Ztschr. Stuttgart, **62**, 47–53, 1952.
Williams, C. B.: The Migration of Butterflies. vii + 473 pp., London & Edinburgh, 1930.
— Recent Progress in the Study of Some North American Migrant Butterflies. Ann. ent. Soc. America, 31, 211–239, 1938.
— The Migration of the Cabbage White Butterfly (*Pieris brassicae* L.). Verh. VII. Int. Kongr. Ent., Berlin, 1938, **1**, 482–493, Weimar, 1939.
— How far do Insects travel? Rep. Rothamst. exp. Sta., 173–180, 1951.
— Seasonal Changes in Flight Direction of Migrant Butterflies in the British Isles. Jour. An. Ecol., **20**, 180–190, 1951.
— The Migration an Drift of Insects and its international Aspect. Trans. Ninth Int. Congr. Ent., **1**, 63–68, 1952.
Williams, C. B., Cockbill, G. F., Gibbs, M. E. & Downes, J. A.: Studies in the Migration of Lepidoptera. Trans. ent. Soc., London, **92**, 101–283, 1942.
Wolfsberger, J.: Wanderfalterbeobachtungen 1953 in Südbayern. Nachrbl. d. Bay. Ent., **3**, 1–5, 1954.

Aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

Ökologische Beobachtungen an Tannenläusen – eine Erwiderung

Von J. Franz

Eine kürzlich in dieser Zeitschrift erschienene Arbeit von Merker (1959) gibt Veranlassung, die darin geäußerten kritischen Bemerkungen zu prüfen und zu ihnen Stellung zu nehmen. Die Kritik richtet sich gegen Beobachtungen, die mein früherer Mitarbeiter, Herr Dr. Karafiat, und ich über den Massenwechsel von Tannenläusen (Gattung *Dreyfusia,* syn. *Adelges)* am Stamm von *Abies pectinata* veröffentlicht hatten (Franz, 1954; Karafiat & Franz, 1956; Franz & Karafiat, 1958). Da in dieser Zeitschrift leider nicht genügend Raum für eine wirkliche Widerlegung der zahlreichen Angriffe zur Verfügung gestellt werden konnte[1], begnügen wir uns hier – abgesehen von wenigen Beispielen im Kleindruck – mit einer summarischen Wiedergabe der Entgegnung und verweisen wegen der Einzelheiten auf eine anderorts[2] erscheinende ausführliche Veröffentlichung.

I. Der Name *Dreyfusia merkeri* Eichhorn wurde ein halbes Jahr nach Erscheinen unserer Arbeit (Karafiat & Franz, 1956) bekanntgegeben (Eichhorn, 1957). Die Angaben, die Merker (1959) über das Erscheinungsdatum vorläufiger Beschreibungen von abweichenden „Formen" von *Dreyfusia piceae* (Ratz.) macht, treffen nicht zu. Auch wenn wir rechtzeitig vor Abschluß unserer Arbeit von der Absicht unterrichtet gewesen wären, für eine bei Freiburg beobachtete Form einen ausdrücklich als vorläufig bezeichneten Namen (forma *aggressiva)* bekanntzugeben, hätte kein Grund bestanden, unsere Arbeit zurückzuhalten oder den von uns seinerzeit verwendeten Namen zu ändern. Eichhorn und Merker bezeichnen selbst noch bis Oktober 1956 die Laus als *D. piceae.* Taxonomische Fragen, die angesichts der parthenogenetischen Fortpflanzungsweise mancher *Dreyfusia*-Formen noch keineswegs endgültig geklärt sein dürften, konnten von uns bei rein ökologischen Untersuchungen nicht früher als von den damit beschäftigten Kollegen behandelt werden.

Die Angabe (Merker, 1955), wonach alte Weißtannen allein durch *D. merkeri* (seinerzeit bezeichnet als *D. piceae* Freiburger Form) schwer beschädigt werden könnten, ließen sich bei Nachprüfung nicht bestätigen, da Proben von diesen Stämmen auch durch *D. nüsslini* befallen waren. Hierzu folgende Einzelheiten:

Merker 1959 (S. 419): „Damals hätte Franz seine stark gefährdete Arbeit noch zurückhalten können, wenn er nicht auf den Gedanken verfallen wäre, unsere Untersuchungen dadurch abzutun, daß er die Freiburger Lausvorkommen ohne die nötigen Unterlagen als Mischbefall bezeichnete." Hierzu sei festgestellt, daß ich nirgends die Untersuchungen von

[1] Anm. d. Schriftleitung: Die räumliche Begrenzung der „Erwiderung" war aus redaktionstechnischen Gründen erforderlich, da im Interesse der Sache ihr rasches Erscheinen erwünscht war.

[2] In: Zool. Jahrb., Abt. Systematik, Ökologie u. Geographie d. Tiere.

MERKER & EICHHORN „abgetan" noch „die Freiburger Lausvorkommen" allgemein als Mischbefall bezeichnet habe. Richtig ist vielmehr, daß ich bereits nach dem Referat von MERKER bei der Pflanzenschutz-Tagung 1954 in Neuenahr Bedenken gegen die Mitteilung anmeldete, wonach *Alttannen durch Befall von D. piceae schwer geschädigt* worden seien (MERKER, 1955 [S. 89]).

Ich erbat daher die Erlaubnis, diese seinerzeit im Bilde vorgeführte und auch mehrfach in Publikationen erwähnte Schadstelle untersuchen zu dürfen. Am 20. 5. 1955 entnahm ich in Gegenwart von Herrn Dr. KARAFIAT lausbesetzte Zweig- und Rindenproben von Alttannen in unmittelbarer Nachbarschaft eines Forstgartens (nahe Exotengarten, oberhalb Zähringen), und zwar von *den* Bäumen, die nach Angabe des uns führenden Herrn Dr. EICHHORN lediglich durch das Saugen von *D. piceae* gelitten haben sollten und auf die sich die entsprechenden Angaben in der Arbeit von MERKER & EICHHORN (1955 a) bezogen. Bei der Untersuchung dieser einwandfrei markierten Proben fanden sich auch morphologisch eindeutig zu *D. nüsslini* gehörende Jungläuse. – Daß wir somit Mischbefall nachgewiesen hatten, teilte ich Herrn Prof. MERKER mit Schreiben vom 26. 9. 1955 brieflich mit. Da in seinem Antwortschreiben nichts enthalten war, was unseren Befund entkräften konnte, veröffentlichten wir ihn in zurückhaltender Formulierung nach weiteren 1½ Jahren (KARAFIAT & FRANZ, 1956 S. 498). Dadurch sollte vermieden werden, daß die Angaben von MERKER (1955) und von MERKER & EICHHORN (1955 a, 1955 b), wonach *D. piceae* auch Alttannen schädigen könne, als gesichert in die Literatur eingehen. Liegt Mischbefall mit *D. nüsslini* vor, wie in dem nachgeprüften Fall, läßt sich natürlich nicht sagen, von wem der Schaden stammt, auch wenn die Proben in Kopfhöhe entnommen wurden, die Beschädigung aber in höheren Kronenteilen auftrat. Es ist ja bekannt, daß die Erstlarven dieser Arten am Stamm wandern.

Mehrfach wurde versucht, unsere Befunde als unrichtig hinzustellen, und zwar mit der Begründung: a) es wäre nur *ein* Versuchsbaum von den Freiburger Autoren untersucht worden, von dem wir keine Proben genommen hätten (Schreiben vom 5. 7. 57), obwohl früher eindeutig mehrere geschädigte Tannen erwähnt und uns auch gezeigt worden waren (erste Fassung einer mir zur Stellungnahme vorgelegten Arbeit von EICHHORN, Arbeiten von MERKER (1955) und von MERKER & EICHHORN (1955 a, 1955 b); b) die geschädigten Tannen (mehrere) hätten im Bestands*inneren* gestanden, während wir unsere Proben von Randbäumen geholt hatten (MERKER 1959, S. 419). Tatsächlich zeigen die bisher von den erwähnten Schadtannen bekannt gewordenen Aufnahmen zumeist *mehrere* Bäume, stets *am Rande* des Bestandes, und dorthin hatte uns auch Herr Dr. EICHHORN geführt.

Diese Einzelheiten mußten hier so ausführlich geschildert werden, um die Versuche MERKERS, unseren damaligen Befund zu bagatellisieren bzw. wegzudisputieren, richtig einschätzen zu können. Die Behauptung, daß ich nach einer Aussprache zugegeben haben solle, ich könnte mich geirrt haben, entspricht nicht den Tatsachen.

Ich bin von Herrn Prof. MERKER nie gebeten worden, ihm Chermesiden aus dem Odenwald für Vergleichsuntersuchungen zu schicken und habe nie falsch bestimmte Läuse aus Hessen geschickt. Unserer Einladung, sich die laufenden Versuche anzusehen, hat unser Kritiker leider nicht Folge geleistet.

II. Die *meteorologischen Angaben* in unserer Arbeit waren für den Zweck unserer Untersuchungen ausreichend und sind auch biologisch ausgewertet worden. Für die Sterblichkeit der Wanderlarven ist nicht die im Regenmesser erfaßbare Regenmenge, sondern die Andauer der Stammbenetzung entscheidend. Nicht dieses Problem, sondern die Schlüpfsterblichkeit von Jungläusen auf nassem Löschpapier im Laboratorium hatte unser Kritiker untersucht (MERKER & EICHHORN, 1955a). Sterblichkeit der Läuse durch Sonneneinstrahlung hatten wir durch entsprechende Auswahl der Probestämme vermieden. Verallgemeinernde Aussagen von MERKER (1959) über die Verluste der einzelnen Larvenstadien im Februar 1956 widersprechen von ihm selbst gemachten und von anderen Autoren bekanntgegebenen Angaben.

Die Kritik MERKERS bezüglich der meteorologischen Daten beruht auf unerfüllbaren Forderungen nach allen möglichen Einzelmessungen, die weder von ihm selbst noch von den Autoren je angestellt worden sind, die – wie

wir – mit der „Differenzmethode" gearbeitet haben. Um die Wirkung eines durch dieses Verfahren isolierten Faktors erfassen zu können, ist es nicht erforderlich, alle anderen Umwelteinflüsse zu messen.

III. Der *Zustand der Rinde* auf unseren Versuchsflächen am Tannenstamm wurde durch Proben aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Flächen ermittelt und genügend ausführlich in unserer Arbeit dargestellt. Die Forderung unseres Kritikers, die lebenden Läuse kontinuierlich zu beobachten und gleichzeitig *an derselben Stelle* durch histologische Untersuchungen den Verfall der Rinde zu verfolgen, ist absolut unrealistisch.

IV. Unsere Methode der Serienkartierung, kombiniert mit Reihenaufnahmen, ist den anderen bisher erprobten Verfahren zur quantitativen Erfassung des Massenwechsels von Chermesiden am Stamm überlegen (Franz & Karafiat, 1958). Die Population unseres Versuchsgebietes war nicht ein „eiserner Bestand" (Merker, 1959, S. 427/428), sondern befand sich in eindeutiger Übervermehrung mittlerer Stärke. Der (seltene) Wechsel von räuberfreien Versuchsflächen war notwendig, um Übervölkerung auf engem Raum zu vermeiden, wodurch diese Flächen mit den ungeschützten nicht mehr hätten verglichen werden können.

Die folgenden beiden Behauptungen von Merker treffen nicht zu: Wir hätten angegeben (a) den gesamten Ablauf einer Gradation erforscht zu haben, und (b) die sommerliche Entwicklungsruhe der Tannenläuse sei durch Räuberfraß vorgetäuscht (vgl. Titel der Arbeit Merker, 1959).

Zu b): In unserer Arbeit (Karafiat & Franz 1956, S. 485, 486) wird die sommerliche Latenzperiode der Jungläuse mehrfach besprochen, und in einem Vortrag des Jahres 1957 (Karafiat, 1958) ist sie sogar das Thema. Auf S. 477 unserer Arbeit steht z. B.: „Die Erstlarven sind gut geschützt; ihre Latenzperiode kann geradezu – um es einmal final auszudrücken – als eine Entwicklungsverzögerung betrachtet werden, die sie einschalten, um ihren Räubern zeitweilig zu entgehen." *Damit werden alle diesbezüglichen Angriffe von* Merker *gegenstandslos.*

Wie es möglich ist, mit Hilfe unseres Verfahrens lebende und tote Tannenläuse eindeutig zu unterscheiden, hatten wir früher bereits ausführlich erläutert (Franz & Karafiat, 1958). Unser Kritiker hat das Verfahren, Kartierungen mit dem Binokular und Beleuchtungseinrichtung (Karafiat, 1957) im Freiland langfristig durchzuführen, nicht selbst erprobt. – Die *Periodizität der Wachswollbildung* im Freiland ist, wie bereits früher festgestellt, durch das Zusammenwirken von Chermesiden und ihren Prädatoren bedingt. An räuberfreien Flächen erscheinen laufend frische, heranwachsende Sistentes, besonders viele im Mai und Ende August/Anfang September. Diese innere Periodizität der Läuse wird durch die Tätigkeit der Raubfeinde verstärkt. Unsere Serienaufnahmen von räuberfreien Flächen zeigen sowohl lebende wie auch tote Läuse, wie eindeutig auf den betreffenden graphischen Darstellungen angegeben und in der detaillierten Beschreibung bei Franz & Karafiat (1958) zusätzlich erläutert. Wir haben nie behauptet, unter den auffälligen Wachswollhäufchen unserer Serienaufnahme säßen überall lebende Aestivosistentes unter ihren toten Müttern; dagegen konnten wir zeigen, wie so etwas häufig vorkommt, so daß es nach Betrachtung einer verkleinerten Druckwiedergabe solcher Aufnahmen schlechterdings unmöglich ist, anzugeben, unter welchem Wachswollhäufchen sich ein lebendes und wo sich ein totes Tier befindet. Aus diesem Grund haben wir den Zustand jeder einzelnen, auch versteckten Laus sorgfältig geprüft, laufend kartiert und dann zusammenfassend auf den Graphiken dargestellt.

V. Laufende Zählungen aller Stadien aller *Tannenlausräuber* auf allen Versuchsflächen, wie sie MERKER fordert, sind undurchführbar. Wegen der nur mäßigen Räuberdichte in unserem Beobachtungsgebiet war es nicht einmal möglich, *genaue* Zählungen (nur an diesen wäre uns gelegen gewesen) an Rindenproben durchzuführen, die groß genug waren, um einen gesicherten Mittelwert zu erhalten. Deswegen konzentrierten wir unsere Bemühungen darauf, genaue Angaben über die *Wirkung* aller Räuber zusammen zu erhalten, wie man sie an den Fraß-Spuren eindeutig erkennen kann. Räuberzahlen allein sagen, auch wenn sie genau sind, noch nichts über diese Wirkung aus. Wir haben nie behauptet, daß Prädatoren regelmäßig alle Läuse gefressen haben, sondern nur in unseren Versuchen nachgewiesen, wie die Reaktion der Rinde und der Räuberfraß, zusammen mit anderen Mortalitätsfaktoren, primär das Ende einer Übervermehrung herbeiführen; dabei sind diese beiden Schlüsselfaktoren in wechselndem Ausmaß beteiligt. Die Kritik von MERKER, wir überschätzten die Räuberwirkung, richtet sich gegen eine unrichtige Interpretation unserer Angaben.

Unsere Schlußfolgerungen und Verallgemeinerungen sind sorgfältig von unseren Versuchsberichten getrennt, die sich auf intensive, zweijährige Kartierung an einem Befallsplatz und auf langfristige extensive Beobachtungen und Versuche in weiteren Gebieten stützen. Sollten ebenso intensive und langfristige Studien anderer Autoren ergeben, daß unsere allgemeineren Folgerungen korrekturbedürftig sind, werden wir diese Berichtigung jederzeit vornehmen. Die Kritik von MERKER enthält jedoch keine Angaben oder gar Beobachtungen, die unsere Ergebnisse entwerten bzw. berichtigen könnten. Ich wiederhole den Vorschlag (vgl. FRANZ & KARAFIAT, 1958), erst mit unseren Verfahren langfristige eigene Erfahrungen zu sammeln und dann – wenn notwendig – zu kritisieren.

Literatur

EICHHORN, O.: Eine neue Tannenlaus der Gattung *Dreyfusia (Dreyfusia merkeri* nov. spec.). – Ztschr. angew. Zool., **44**, 303–348, 1957.

FRANZ, J.: Zum Vorkommen und Massenwechsel der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) in Nordamerika und Europa. – Verh. Dtsch. Ges. f. angew. Ent. (1952), 117–124, 1954.

FRANZ, J. & KARAFIAT, H.: Eignen sich Kartierung und Serienphotographie von Tannenläusen für Massenwechselstudien? – Ztschr. angew. Ent., **43**, 100–112, 1958.

KARAFIAT, H.: Zur Methodik der Massenwechsel-Untersuchung an sessilen Athropoden. – Ztschr. Pfl.krankh., **64**, 663–676, 1957.

— Die Latenzperiode der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.); einige dabei neu beobachtete Gesetzmäßigkeiten und deren Steuerung durch Außenfaktoren. – Verh. dtsch. Ges. f. angew. Ent., (1957), 66–71, 1958.

KARAFIAT, H. & FRANZ, J.: Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) (Hemipt., Adelgidae). – Zool. Jahrb. (System.), **84**, 467–504, 1956.

MERKER, E.: Die beiden gefährlichen Tannenläuse in Europa. – Mitt. Biol. Bundesanst., Berlin-Dahlem (83), 86—89, 1955.

— Ist die sommerliche Entwicklungsruhe der mitteleuropäischen Tannenläuse durch Räuberfraß vorgetäuscht? – Ztschr. angew. Ent., **43**, 418–431, 1959.

MERKER, E. & EICHHORN, O.: Zur Biologie der gefährlichen Tannenläuse und ihre Unterscheidungsmerkmale im Freien. – Allg. Forst-, Jagdztg., **126**, 95–108, 1955 (a).

— Zur Biologie und zu den Schäden der beiden gefährlichen Tannenläuse in Mitteleuropa. – Der Forstmann in Baden und Württemberg (Karlsruhe), **5** (3), 5 S., 1955 (b).

Aus dem Pflanzenschutzamt Münster

Zur Biologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) an Gerste

I. Teil

Von Martin Hemer

A. Einleitung

Wenn man bedenkt, daß 55–60 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Erde mit Getreide bestellt sind, fällt es auf, daß dessen Krankheiten und Schädlinge in der neueren, an sich sehr umfangreichen Literatur des Pflanzenschutzes wenig Berücksichtigung gefunden haben.

Der Grund dürfte ein zwiefacher sein. Einmal wirft der Getreidebau je Flächeneinheit weniger an Geldeswert ab als viele andere Kulturen, so daß ein stärkerer Aufwand durch Pflanzenschutz sich bei ihm nicht lohnt. Zum anderen sind in früheren Zeiten gerade die Getreidekrankheiten – man denke an Brand und Rost — so intensiv untersucht, daß auf diesem Gebiet weitere Arbeit z. Z. nicht mehr so leicht Erfolge verspricht. Entsprechendes gilt für das Gros der tierischen Schädlinge.

Unbefriedigend ist aber immer noch die Lage in bezug auf die Fritfliege (*Oscinis frit* L.) (Abb. 1). Die durch sie bewirkten Schäden fallen noch stark ins Gewicht, und die bislang erschlossenen Möglichkeiten reichen zu deren Minderung nicht annähernd aus. Relativ am meisten vorangetrieben sind dabei die Versuche, den Hafer dem Befall zu entziehen. Auch die Gerste leidet, wie erst später durch die Arbeiten von Blunck und seinen Mitarbeitern bekannt geworden ist, oft schwer. Der Befall trifft bei ihr allerdings weniger die junge Pflanze als den Fruchtstand. Von einer einschlägigen Arbeit von E. Riggert abgesehen, fehlt es im Bezug auf die Schäden solcher Art noch sehr an Unterlagen.

Abb. 1. Fritfliege (*Oscinis frit* L.)

Einer mir durch Herrn Prof. Dr. H. Blunck gewordenen Anregung folgend, bin ich daher diesem Gegenstand erneut mit dem Ziel der Erarbeitung von Bekämpfungsmaßnahmen nachgegangen. Das Ergebnis der bei der Bezirksstelle des Pflanzenschutzamtes der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe in Herford in den Jahren 1948–52 durchgeführten Untersuchung lege ich hiermit vor.

Meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Blunck, Bonn, bin ich für die rege Unterstützung, die er mir bei der Anfertigung der Arbeit zuteil werden ließ, sehr zu Dank verpflichtet. Ferner danke ich Herrn Oberlandwirtschaftsrat Dr. A. Winkelmann, dem Direktor des Pflanzenschutzamtes in Münster, für das Wohlwollen, welches er mir bei der Ausführung dieser Arbeit entgegenbrachte.

B. Beobachtungen über den Fliegenflug

Im allgemeinen werden (vgl. Volkart (1905, S. 245–247), Petherbridge (1917, S. 3), Collin (1918, S. 86), Cunliffe (1924, S. 72), Schander und Meyer (1924, S. 26), Blunck und Ludewig (1926, S. 2) u. a.) für europäische Verhältnisse 3 Fritgenerationen angenom-

men. Es fehlt aber auch nicht an Autoren (z. B. ALDRICH (1920, S. 462) und ROEBUCK (1920, S. 181), die auf Grund experimenteller Befunde bei günstigen klimatischen Verhältnissen mit 3–5 Generationen rechnen. ROEBUCK nimmt, gestützt auf fünfjährige Feldversuche, an, daß in England 4 Generationen zur Entwicklung kommen können. CUNLIFFE beweist aber experimentell, daß in England durchweg nur 3 Generationen zur Ausbildung kommen. Auch in Schleswig-Holstein scheinen nach Freilandbeobachtungen von BLUNCK in den Jahren 1928–30, die in der Dissertation von RIGGERT (1936, S. 171–202) in den Jahren 1931–1932 fortgeführt wurden, 3 sich nur wenig überlagernde Generationen die Regel zu bilden.

I. Zur Methodik der Untersuchungen

Bei der Durchführung von Massenfängen wurde der bekannte Einheitsketscher nach BÖRNER und SPEYER (1921, S. 420), also ein Netz aus feinem Nesselstoff, das an einem Bügel von 1,00 m Umfang und an einem Stock von 1,00 m Länge befestigt ist, verwendet.

RIGGERT's Verfahren (1936, S. 173), auf verschiedenen Kulturarten zu ketschern, um an Hand der ermittelten Durchschnittswerte Schlüsse auf die Intensität des Fliegenflugs ziehen zu können, schien mir zu ungenau. Ich ging daher einen anderen Weg. Eine im Jahre 1948 eingesäte Wiese mit starkem Weidelgras- und schwachem Kräuterbestand wurde in einzelne 4 × 5 m große Parzellen eingeteilt und durch laufendes Mähen belegungsfähig gehalten. Das Ergebnis der in wöchentlichen Abständen auf ihnen durchgeführten Ketscherfänge wurde graphisch festgehalten.

Wie schon BÖRNER und SPEYER betonen, liefert das Fangen nach der Uhr keine hinreichend übereinstimmenden Ergebnisse. Auch das Abketschern einer festgelegten Fläche, wie es bei der oben angegebenen Versuchsanordnung an sich leicht möglich war, brachte zwar einheitliche, gut vergleichbare Ausbeuten, scheint mir aber für Rückschlüsse auf den Gesamtbesatz eines Feldes nicht fehlerlos genug zu sein. Es wurde wiederholt festgestellt, daß durch die Schlagbewegung des Ketschers ein Teil der Fritfliegen vertrieben, also nicht gefaßt wird. Besser bewährte sich das Naumburger Verfahren (BÖRNER, BLUNCK, SPEYER), wobei 30 Einzelzüge als Einheitsfang gelten. Ich arbeitete allerdings anstatt mit 30 mit 50 Ketscherschlägen. Bei Vergleichsfängen zeigte sich dabei beste Übereinstimmung. Wichtig ist, daß die Fänge stets von der gleichen Person und in ganz gleicher Weise durchgeführt werden.

Der Netzinhalt wurde an Ort und Stelle in ein Glasgefäß entleert und mit Essigäther abgetötet, grob sortiert und im Labor unter dem Binokular bestimmt und ausgezählt.

Um in kurzer Zeit mehrere Parallelfänge durchführen zu können und beim Ketschern in leicht betautem Grase Beschädigungen zu vermeiden, veränderte ich den Einheitsketscher in der Weise, daß ich ihn 30 cm vor dem hinteren Ende abschnitt und dort einen Drahtring einlegte. Über diesen Ring wurde ein entsprechend großer Beutel gezogen, der nach Beendigung des Fanges abgenommen wurde. Während der Netzinhalt im Beutel abgetötet werden konnte, wurde in einem anderen Beutel weitergefangen. Die Behandlung des Netzinhaltes wurde dadurch schonender, die Auswertung erleichtert.

II. Flugintensität in Abhängigkeit von Tageszeit und Wetter

Die ursprüngliche Absicht, die Fänge täglich zur gleichen Stunde durchzuführen, erwies sich auf die Dauer als undurchführbar. Ich fing zwar täglich, und zwar nachmittags, aber dann zu verschiedenen Zeiten. Um die dabei gewonnenen Daten aufeinander beziehen zu können, überprüfte ich die Flugintensität in ihrem Auf und Ab dadurch, daß ich an zwei Tagen, nämlich am 5. und 25. 8. 1951, vom frühen Morgen bis zum späten Abend in einstündigem Abstand eine belegungsfähige Naturwiese parzellenweise abketscherte. Das dabei gewonnene Bild ist aus Abb. 2 ersichtlich.

Am 5. August 1951 wurde der erste Fang bei Sonnenaufgang um 4.45 Uhr durchgeführt. Bei 17,4° C[1] war das Gras damals noch taunaß. Es über-

[1] Die Temperatur wurde in unmittelbarer Bodennähe (20 cm) am Ort des Versuches gemessen. Die übrigen Daten wurden mir von der 4,5 km entfernt liegenden Meteorologischen Station in Bad Salzuflen freundlichst zur Verfügung gestellt.

raschte daher, daß in 10 Ketscherschlägen schon 22 Fliegen erfaßt wurden. Mit Absinken der Temperatur auf 16,9° C nahm die Ausbeute zunächst ab, um ab 9.00 Uhr wieder langsam zu steigen. Das Maximum des Vormittags wurde um 10.00 Uhr mit 85 Fliegen erreicht. Bei auffrischenden Winden gegen 12.00 Uhr sank die Ausbeute aber wieder ab. Zunahme des Windes auf Stärke 4–5 zwischen 11.00 und 13.00 Uhr darf dafür eine ausreichende Erklärung geben. Die Fliegen hatten wohl den Flug eingestellt und unter

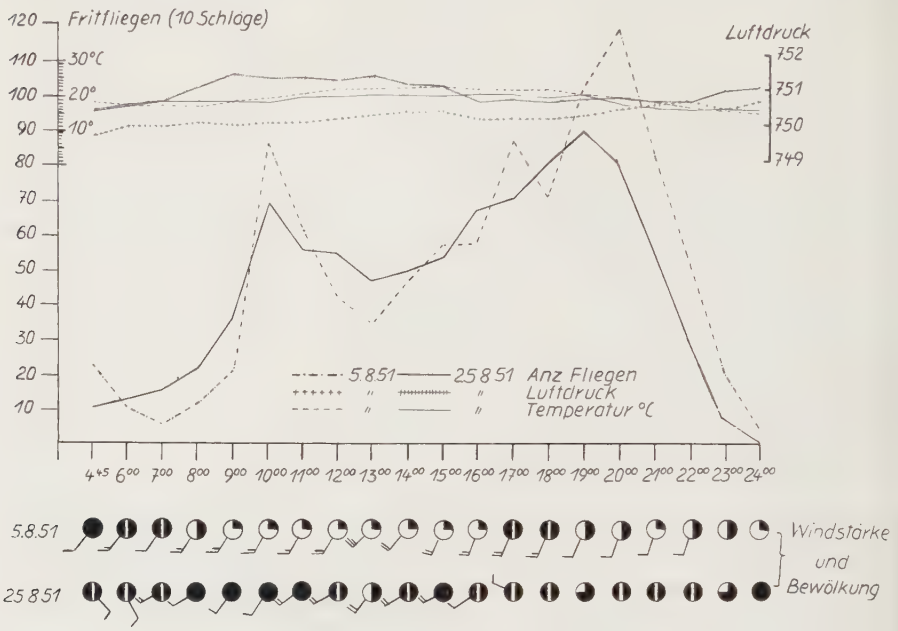

Abb. 2. Fangergebnisse im Tagesablauf

Pflanzen Schutz gesucht, wo sie durch den Ketscher nicht so vollständig erfaßt wurden. Mit Absinken des Windes auf Stärke 4 und später auf 3 um 14.00 bzw. 15.00 Uhr setzte der Flug aber wieder stärker ein. Die Fangergebnisse erhöhten sich von Stunde zu Stunde. Erst leichter Sprühregen von 0,3 mm zwischen 17.00 und 18.00 Uhr führte zu einem Rückgang. Auffälligerweise wurden in den Nachmittagsstunden kaum andere Dipteren, sondern fast ausschließlich Fritfliegen abgeketschert. Auch die übrige Fauna trat zurück[2]. Das Maximum der Ausbeute wurde auffälligerweise erst zwischen 19.00 und 20.00 Uhr bei beginnender Dämmerung erreicht. Dieses dürfte mit dem weiteren Nachlassen der Windstärke nicht genügend zu erklären sein. Vielmehr scheinen die guttierenden Blattspitzen der Gräser in den Abendstunden gerne von den Fliegen aufgesucht zu werden. Dabei wurden diese dann leichter von dem Ketscher erfaßt. Ab 21.00 Uhr bewegten sich die Fänge stark rückläufig. Zur Zeit des letzten Fanges um 24.00 Uhr hatten sich die Fliegen fast alle tiefer an Blattscheiden und Stengeln zurückgezogen, wo sie mit dem Ketscher nicht mehr erreichbar waren. Der Netzinhalt bestand ab 23.00 Uhr fast ausschließlich aus Schnecken.

[2] In einigen Fängen traten durch Raubmilben (*Microtrombidium demeijerei* Oudemanns) befallene Fliegen auf.

Am 25. August 1951 entsprachen die Ergebnisse (s. Abb. 2) denen des ersten Tagesfanges. Die Kurve zeigt ebenfalls um 10.00 Uhr einen Höhepunkt, das Tagesmaximum liegt aber auch hier wieder in den Abendstunden (19.00 Uhr). Die dieses bewirkende Ursache war wohl die gleiche wie am 5. August. Beachtlich ist, daß die starke Bewölkung (durchschnittlich 7/8) Höhe und Verlauf der Kurve offenbar nicht beeinflußt hat.

Zusammenfassend darf gefolgert werden, daß über mehrere Tage verteilte Massenfänge nur dann vergleichbare Ergebnisse bringen, wenn dabei die Tageszeit berücksichtigt wird. Die ausgeglichensten und gut vergleichbaren Fangausbeuten dürften immer die späten Vormittags- und frühen Abendstunden bringen.

Selbstverständlich beeinflußte auch die Witterung den Flug der Fliegen stark. Beziehungen solcher Art spiegeln sich in den vorstehend mitgeteilten Beobachtungen. Auch die weiteren Studien ergaben, daß außer der Bewölkung der Luftdruck von geringerem Einfluß als Temperatur und Niederschläge ist. Bei Temperaturen über 20° C sind die Fliegen fast ständig in Bewegung und leicht zu fangen, unter 15° C nur durch scharfes Abstreifen der Wirtspflanzen zu erfassen. Schon geringfügige Niederschläge legen sie lahm. Auch nach Beendigung von Regen blieb die Fangausbeute noch längere Zeit gering. Fänge vor Gewittern brachten in allen Fällen höhere Ausbeuten. Auf Wind reagieren die Tiere stark. Bei Windstärke 0–2 sind die Fänge ausgeglichen. Schon bei Windstärke 3–5 fallen sie recht unterschiedlich aus. Bei Windstärken über 5 ist ein selbständiger Flug nicht mehr festzustellen.

III. Flugfolge und Generationen

a. Das Jahr 1948/49

Die beiden Schönwetterperioden im ersten und letzten Monatsdrittel des Septembers 1948, die mehrere „Sommertage" mit Höchstwerten von 28,6° C brachten, sowie die geringen Niederschläge mit kaum 50 % der Normalwerte begünstigten die Fliegen außerordentlich. Sie setzten dementsprechend viele Eier ab. Spätfliegen kamen sogar noch im ersten Drittel des Monats Oktober zur Eiablage. Nach dem 10. Oktober trat der erste Bodenfrost auf. Er beeinträchtigte den Flug erheblich. Die zwei letzten Fliegen, beides ♀♀, wurden am 26. Oktober gefangen. Die Monate November und Dezember 1948 waren ungewöhnlich mild, trocken und sonnenscheinreich. Längere Frostperioden traten nicht auf.

Während die Monate Januar und Februar 1949 ebenfalls im Durchschnitt zu mild und trocken waren – der Wärmeüberschuß lag 2° C über dem langjährigen Mittel – und anhaltender Bodenfrost bis zu 15 cm Tiefe nur vereinzelt auftrat, brachte der März scharfe Temperaturgegensätze. Die Temperatur lag mit ⊦ 1° C unter dem langjährigen Durchschnitt. Die Niederschläge erreichten einen Überschuß bis zu 50 % der Vormonate. Für die Entwicklung der Wintersaaten war das nicht ungünstig. Frostschäden traten nicht auf. Nach starker Erwärmung in der letzten Monatsdekade setzte die Frühjahrsbestellung ein. Die ersten Haferaussaaten wurden am 22. 3. durchgeführt, die Sommergerste folgte mit kurzem Abstand. Im April war der Witterungsverlauf sehr wechselhaft. Die Temperatur lag mit 3–4° C über dem langjährigen Durchschnitt. Der Niederschlag entsprach den Normal-

werten. Die ersten „Sommertage" mit Höchstwerten von 29° C wurden am 17. und 18. 4. verzeichnet. Im April förderte die warme Witterung die Vegetation derartig stark, daß die Obstblüte schon in der zweiten Aprilwoche einsetzte und stark zusammengedrängt wurde. Das Sommergetreide war gut aufgelaufen, früh gesäte Winterungen (Wintergerste und -roggen) begannen nach den Ostertagen (17. und 18. 4.) zu schossen. Die starke Wärmezufuhr führte zu schneller Bodenerwärmung. Sie überschritt um die Monatsmitte schon 15° C und beschleunigte das Schlüpfen der Vollkerfe. Während am 15. 4. auf Grünland und Winterungen durchgeführte Fänge noch ergebnislos verliefen, konnten am 22. 4. die ersten Fliegen, und zwar zwei ♂♂, auf

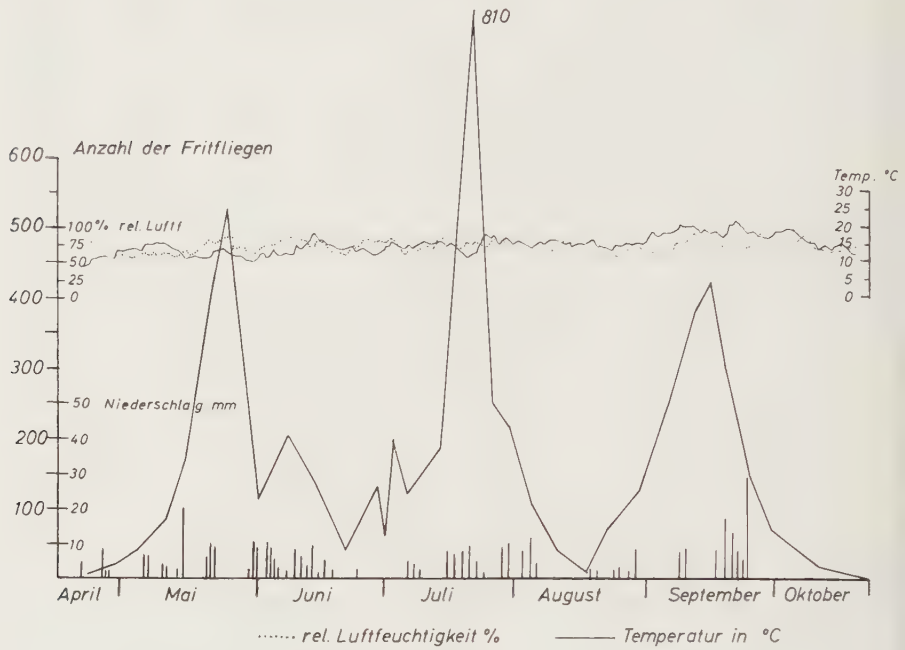

Abb. 3.

Dauergrünland gefangen werden. Am 29. 4. wurden bei 50 Ketscherschlägen bereits 20 Fliegen erfaßt. Die Fliegen-Ausbeuten bei Massenfängen wurden in Abb. 3 niedergelegt.

Der Mai war im allgemeinen unterdurchschnittlich kühl, überwiegend trübe und niederschlagsreich. Das scheint das Fortschreiten der Schlupftätigkeit aber wenig behindert zu haben. Schon am 4. 5. nahm die Ausbeute der Fänge gewaltig zu und ereichte am 25. 5. mit 525 Fliegen ein Maximum.

Inzwischen hatte die Legetätigkeit eingesetzt. Bei spät ausgesäter Wintergerste gefiel das Ährenschieben gerade in diese Zeit. Die ersten Larven wurden am 20. 5. in früh geschoßten Ähren gefunden.

Ein starker Rückgang der Fliegen am 1. 6. ist wohl in erster Linie auf natürlichen Abgang, der durch stärkere Niederschläge und anhaltend kühle Witterung beschleunigt wurde, zurückzuführen. Im Juni lag die Temperatur noch um 1° C unter dem Durchschnitt. Die Niederschläge, die in der Haupt-

sache aus Schauern bestanden, erreichten 200 % des Normalwertes. Sie beeinträchtigten Flug und Brut offenbar stark. Was an Eiern zur Ablage kam, dürfte größtenteils abgewaschen und infolgedessen zugrunde gegangen sein. Ein erheblicher Temperaturanstieg am 7. 6., der mit 27° C den einzigen „Sommertag" des Monats brachte, bewirkte kurzfristiges Ansteigen der Fangausbeute auf 205 Fliegen. Am 12. 6. konnten an früh entwickelten Wintergerstenähren neben einer großen Anzahl von Larven die ersten Fritpuparien gefunden werden. Kühle, von leichtem Bodenfrost begleitete Tage vom 14. bis 17. 6. führten zu starkem Zurückgehen der Ausbeuten. Das geringe Ergebnis am 21. 6. zeigt wahrscheinlich das Ende der Frühjahrsgeneration an.

Die inzwischen gebildeten Puparien waren am 30. 6. schon zu etwa 20 % verlassen. Der Beginn des Schlüpfens der Sommerfliegen (1. Generation) lag demnach etwa zwischen dem 25. und 30. Juni.

Der Juli war im ganzen gesehen zu warm. Der Wärmeüberschuß betrug im Durchschnitt etwa 1,5° C. Die ansteigenden Temperaturen der ersten Julitage förderten die Entwicklung erheblich, so daß am 2. 7. schon an 200 Fliegen ins Netz gingen. Ein kurzer Kaltlufteinbruch mit gewittrigen Niederschlägen verursachte ein vorübergehendes Absinken der Ausbeute. Sie betrug am 5. 7. nur 120 Fliegen. Die folgenden warmen „Sommertage" vom 10. bis 14. 7. mit Temperaturen bis zu 32° C lösten erhöhte Schlupftätigkeit aus. Sie machte sich auch in den stark zunehmenden Fangausbeuten bemerkbar. Massenfänge, die zur Kontrolle auf Gersten- und Haferschlägen der Nachbarschaft durchgeführt wurden, brachten parallellaufende Ergebnisse. Blühende Pflanzen in der Umgebung der Geburtsstätten der Sommerfliegen wurden in dieser Zeit stark besiedelt. Am 20. 7. wurde nach einigen Niederschlägen (15 mm) mit 810 Fliegen das Maximum des Jahres erreicht. Auffälligerweise ging die Fangausbeute in den folgenden Wochen ebenso schnell zurück, wie sie angestiegen war. Vermutlich sprach dabei mit, daß die von den Frühjahrsfliegen abgelegten Eier durch die starken Niederschläge im Juni merklich dezimiert waren. Beobachtungen ergaben, daß fast nur aus den zuerst abgesetzten Eiern stammende Larven dem Wettersturz entkommen waren, weil sie damals schon den schützenden Halm bzw. das Innere der Ähre erreicht hatten. Sie lieferten in der zweiten Julihälfte schlagartig in Massen die Vollkerfe. Schon in den letzten Tagen des Monats war die Fangausbeute aber wieder stark abgesunken. Vielleicht unter Mitauswirkung stärkerer Niederschläge sank die Flugstärke nach dem 30. 7. weiter scharf ab.

Der Rückgang setzte sich Anfang August bei regnerischem und kühlem Wetter weiter fort. Bei niedrigen Temperaturen von 12–14° C konnten am 17. 8. nur 10 Fliegen eingebracht werden. Der Flug der Sommerfliegen (1. Generation) war damit praktisch beendet. Nach zunehmend warmem Wetter ab 20. 8. konnten am 22. 8. wieder 70 Fliegen geketschert werden, die wohl einwandfrei der Herbstfliegengeneration angehörten. Die Weibchen zeigten nämlich fast ausnahmslos starke Dotterablagerungen in den Ovarien. Die ersten vereinzelten Eiablagen der Herbstfliegen konnten auf den Untersuchungsparzellen erst am 29. 8. festgestellt werden.

Der September war ungewöhnlich warm. Die erste Monatshälfte brachte eine hochsommerliche Schönwetterperiode. Sie hatte weiteres Schlüpfen der Fliegen zur Folge. Die abgekürzte Flugzeit der Sommerfliegengeneration blieb nicht ohne Nachwirkung auf die Stärke des Herbstfliegenfluges. Er zeigte zwar ein klares Maximum, blieb zahlenmäßig aber hinter der Früh-

lings- und weit hinter der Sommerfliegengeneration zurück. Das Maximum wurde mit 420 Fliegen am 15. 8. erreicht. Mit weiterem Rückgang der Temperatur und Einsetzen stärkerer Morgennebel sank die Zahl der Fliegen wieder ab. Am 22. 9. konnten noch 195 Fliegen, am 30. 9. nur noch 70 Fliegen geketschert werden. An Haferausschlag und Gräsern wurden um diese Zeit die ersten Larvenschäden festgestellt.

Zumindesten in der ersten Oktoberdekade – die Temperatur lag damals um 2–3° C über dem langjährigen Mittel – ging der Flug zeitig zu Ende. Die letzten Fliegen wurden am 10. des Monats gefaßt. Bis zum 30. 10. wurden die Fänge weiterhin in dreitägigem Abstand durchgeführt. Sie blieben sämtlich ergebnislos. Andererseits scheint das warme Wetter in den ersten Tagen des Monats bewirkt zu haben, daß die letzten Fliegen ihre Legegeschäfte gut beenden konnten. Die am 10. 10. gefangenen Stücke führten nämlich in den Ovarien keine reifen Eier mehr. Die Legetätigkeit muß also schon vorher ihr Ende gefunden haben. Selbst wenn später im Monat noch Fliegen vorhanden gewesen wären, hätten sie aber nicht mehr brüten können. Zwischen dem 23. und 27. 10. war das Tagesmittel auf 11,1° C abgesunken. Die kritische, die Eiablage sistierende Kältezone ist nach KREUTER (1930, S. 463) schon bei 12° C erreicht.

Zusammenfassung für das Jahr 1948/49
(s. graphische Darstellung, Abb. 3)

Flugzeit der Frühlingsfliegen (III. Generation) etwa vom 22. 4.–21. 6. (60 Tage), Maximum am 25. 5. mit 525 Fliegen.
Flugzeit der Sommerfliegen (I. Generation) etwa vom 18. 6.–17. 8. (60 Tage), Maximum am 20. 7. mit 810 Fliegen.
Flugzeit der Herbstfliegen (II. Generation) etwa vom 12. 8.–10. 10. (59 Tage), Maximum am 15. 9. mit 420 Fliegen.

b. Das Jahr 1949/50

Nach einem November mit mittleren Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen waren der Dezember und der Januar mild und regnerisch. Beide Monate brachten nur wenige Frosttage. Der Saatenstand konnte als günstig bezeichnet werden. Das andauernd milde Wetter hatte teilweise üppige Bestockung zur Folge. Im Februar setzte sich das trübe, regnerische und milde Wetter fort. Die Temperatur lag 3–3,5° C über dem langjährigen Mittel. Die Bestockung der Wintersaaten machte infolgedessen weitere Fortschritte. Der März war im Vergleich mit dem langjährigen Durchschnitt zu warm, viel zu trocken und sonnenscheinreich. Er bewirkte in Verbindung mit dem warmen Winterverlauf eine Verfrühung der gesamten Vegetationsentwicklung um 1–2 Wochen. Hafer und Gerste wurden in der letzten Monatshälfte gesät.

Die ersten Puparien der Fritfliegen wurden am 25. 3. an Wintergerste und Gräsern festgestellt. Der April war bei unbeständiger Witterung meist zu kühl und reich an Niederschlägen. Die Durchschnittstemperatur lag 1/2 bis 1° C tiefer als das langjährige Mittel. Dadurch wurden die Fortschritte der Vegetationsentwicklung wieder aufgehoben. Auch der Schlupf der Frühlingsfliegen verzögerte sich wesentlich. Die Erdbodentemperaturen lagen zwischen dem 1. 4. und 7. 4. um 6–8° C. Am 15. und 18. 4. ausgeführte Fänge blieben daher noch ohne Erfolg. Erst am 21. April konnten die ersten Stücke, und zwar 3 ♀♀ und 1 ♂, auf vorbereiteten Grasparzellen gefangen werden. Die

Ergebnisse der Massenfänge sowie Witterungsdaten sind aus Abbildung 4 ersichtlich.

Die ersten Fliegen erschienen also fast zur gleichen Zeit wie im Vorjahre, nämlich am 22. April. Der mit 1–2° C über dem Durchschnitt liegende Monat Mai war etwas zu warm, aber durch einige kräftige Gewitterschauer auch sehr niederschlagsreich, so daß der weitere Schlupf der Fliegen nur langsam in Gang kam. Erst Ende des Monats setzte, wahrscheinlich durch kurz hintereinander folgende Niederschläge gefördert, ein Massenschlüpfen ein.

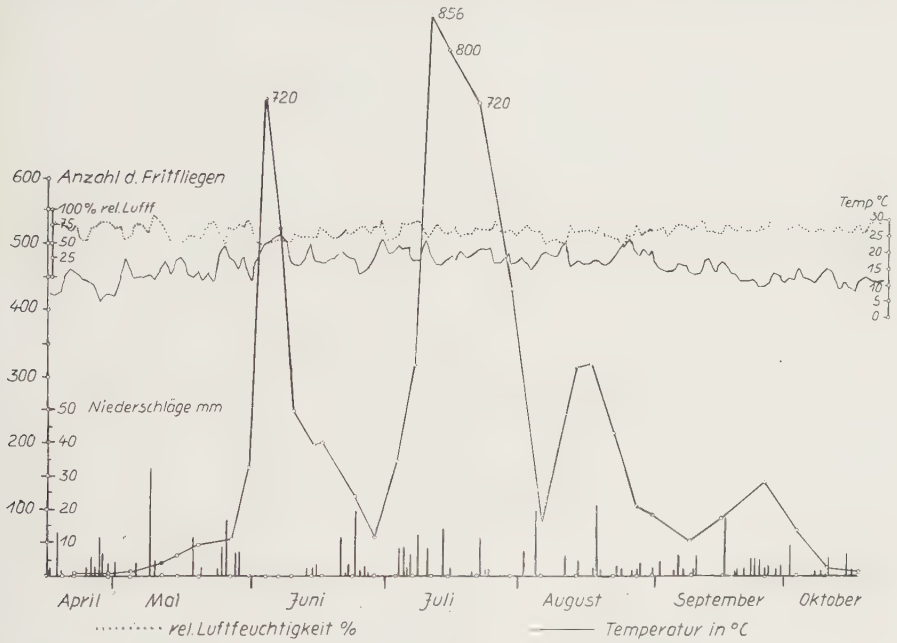

Abb. 4. Fritfliegen-Fangausbeuten 1950 in Herford (Westf.)

Cunliffe (1921, S. 117) berichtet über ähnliche Erfahrungen. Das Ährenschieben der Wintergerste fiel in die Zeit vom 15.–28. Mai. Ende Mai konnten auf Haferschlägen, die in der Nachbarschaft regelmäßig untersucht wurden, neben starker Eiablage (etwa 14 % aller Pflanzen waren belegt) schon die ersten Halmschäden durch Fritlarven festgestellt werden.

Die ersten Junitage waren sehr sonnig und warm, so daß das Schlüpfen der Fliegen sich weiterhin erheblich verstärkte. Während am 31. 5. 164 Fliegen ins Netz gingen, stieg die Ausbeute am 4. 6. auf 720. Das Maximum der Frühlingsfliegen (3. Generation) war erreicht. Es lag somit 10 Tage früher und um 37,1 % höher als im Jahre 1949. Die späten Wintergerstensorten befanden sich zu diesem Zeitpunkt in voller Blüte und wurden stark belegt. Am 7. und 10. 6. wurden schon erheblich weniger Fliegen geketschert. Die Kurve fällt wesentlich stärker ab als im Vorjahre. Ihr Verlauf muß, da alle als beeinflussend bekannten Faktoren kaum in Erscheinung traten, mit dem normalen Abgang durch den Tod in Verbindung stehen. Regenfälle (46 mm) in der Zeit vom 22. bis 28. 6. sowie ein Kälteeinbruch mit Temperaturen am Erdboden von 7,3–9,0° C beschleunigten die Abgänge weiterhin. Das Ende

des Frühjahrsfliegenfluges und der Beginn des Auftretens der Sommerfliegen geht aus den Fangausbeuten nicht klar hervor. Beide Generationen scheinen sich zwischen dem 24. 6. und dem 4. 7. stark zu überschneiden. Als mutmaßlicher Stichtag dürfte vielleicht der 29. 6. mit einer Ausbeute von 64 Fliegen angenommen werden. Die Flugzeit der Frühlingsfliegen würde sich damit mit der des Vorjahres decken.

Im Juli glich der Witterungsverlauf im wesentlichen dem des Vormonats. Bei ansteigenden Temperaturen stieg auch die Fangausbeute am 4. 7. auf 176 Fliegen, wodurch sich der stärker einsetzende Flug der neuen Generation deutlich abzeichnete. Auf Grünland wurden die Fliegen laufend durch die von den Hafer- und Gerstenschlägen abwandernden Vollkerfen verstärkt, die hier auf den kurzen Gräsern günstige Brutplätze fanden. So ist es nicht verwunderlich, daß die Klimax bei meinen Ausbeuten bereits am 12. 7. mit 856 Fliegen erreicht wurde. Sie lag auch hier etwa 8 Tage früher und um 5,6 % höher als im Vorjahre. Trotz einiger Wetterstörungen setzte der Rückgang der Fangausbeute nur langsam ein (16.7. 800 Fliegen, 23.7. 720 Fliegen). Er entspricht dem natürlichen Abgang. Ein starker Rückgang der Fangausbeute am 6. 8. dürfte dagegen nicht auf natürliche Abgänge zurückzuführen sein. Vielmehr steht wohl ein kurz vorher niedergegangener Regen (20 mm) und die damit verbundene erschwerte Abketscherung mit dem niedrigen Ergebnis in Zusammenhang. Die Grenze zwischen Sommer- und Herbstfliegenflug läßt sich auch wieder schwer erkennen. Wahrscheinlich zog sich das schon an sich starke Auftreten der Sommerfliegen bei güstigen Witterungsverhältnissen länger als normal hin. Es überlagerte wahrscheinlich anfangs die zahlenmäßig weit schwächere Herbstfliegengeneration. Etwaige Anhaltspunkte dürften vielleicht die Puparienfunde geben, die bei der Ernte der Gersten-Aussaatzeitenversuche gemacht wurden. Während bei der Auswertung der frühen Aussaaten am 30. 7. 50 befallene Körner noch 4 Larven und 46 Puparien bargen, konnten bei der Auswertung der späten Aussaaten am 15. 8. in 50 Körnern noch 12 besetzte Puparien festgestellt werden. Die übrigen waren von den Fliegen verlassen. Auf Grund dieser Tatsache darf wohl angenommen werden, daß der Hauptflug der Herbstfliegen zwischen dem 12. und 22. 8. eingesetzt hat. Er kam aber nicht stark zum Tragen. Nach dem 28. 8. gingen vielmehr die Ausbeuten der Fänge noch weiter zurück. Diese Erscheinung ist auffällig. Sie läßt sich an Hand der meteorologischen Daten nicht erklären. Auch ein Mangel an Nähr- und Brutpflanzen dürftte während dieser Zeit nicht bestanden haben, da der zweite Wiesenschnitt schon um die Monatsmitte eingesetzt hatte, so daß sich inzwischen viele junge Triebe gebildet haben werden. Eine leichte Steigerung der Fangausbeute zeichnete sich am 16. 9. ab, jedoch ließen die vorwiegend trüben, kalten und regnerischen Septembertage eine stärkere Zunahme nicht zu. Das Maximum lag am 26. 9. mit 150 Fliegen etwa 10 Tage später und um 72 % niedriger als im Vorjahre. Selbst das gegenüber dem Vormonat wesentlich freundlichere Wetter in den ersten Oktobertagen konnte den natürlichen Abgang der Herbstfliegen nicht aufhalten. Die letzten Fliegen, und zwar 15 ♀♀ und 5 ♂♂, wurden nach einem leichten Kälteeinbruch am 10. Oktober gefangen. Die geringere Flugintensität der Herbstfliegengeneration verursachte an Haferausschlag und Gräsern somit nur geringe Eiablage.

Zusammenfassung für das Jahr 1949/50

(s. graphische Darstellung, Abb. 4)

Flugzeit der Frühlingsfliegen (III. Generation) etwa vom 22. 4. bis 24. 6. (63 Tage), Maximum am 4. 6. mit 720 Fliegen.

Flugzeit der Sommerfliegen (I. Generation) etwa vom 19. 6. bis 22. 8. (64 Tage), Maximum am 12. 7. mit 856 Fliegen.

Flugzeit der Herbstfliegen (II. Generation) etwa vom 19. 8. bis 10. 10. (52 Tage), Maximum am 26. 9. mit 150 Fliegen.

c. Das Jahr 1950/51

Die geringe Eiablage im September und Oktober 1950 rief kaum nennenswerte Schäden hervor. Frisch eingesäte Weidegrasflächen, die sonst erfahrungsgemäß gern belegt werden, wiesen Ende Oktober nur einen Befall von 2–3 % auf. Durch die günstigen Witterungsverhältnisse im Oktober und November kam die Brut gut entwickelt in den Winter.

Nach einem kalten Dezember mit Tiefsttemperaturen unter −20° C im letzten Monatsdrittel und Bodenfrost bis zu 30 cm Tiefe folgten ein milder,

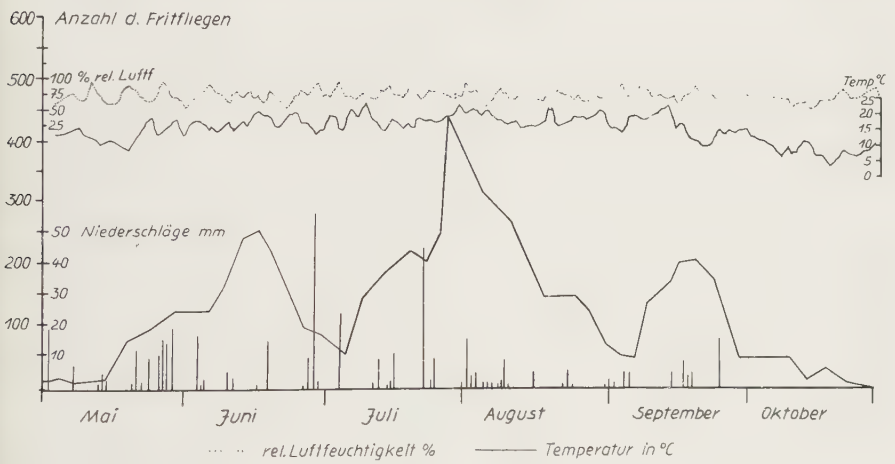

Abb. 5. Fritfliegen-Fangausbeuten 1951 in Herford (Westf.)

trüber und niederschlagsreicher Januar und Februar. Der März war allgemein kalt und reich an Niederschlägen. Die im relativ warmen Februar frühzeitig begonnene Vegetation wurde dadurch in ihrer Weiterentwicklung fast ganz zum Stillstand gebracht. Ende März konnten nur vereinzelt Haferaussaaten gemacht werden. Der kalte und durchweg zu nasse April – das Tagesmittel lag fast ständig unter dem langjährigen Durchschnitt – verzögerte die weitere Entwicklung der Vegetation, so daß Gerste und Hafer auf schweren Böden erst um die Monatsmitte ausgesät werden konnten.

Am 15., 20. und 26. April auf Grünland, Wegrändern und Winterungen durchgeführte Ketscherfänge blieben ergebnislos. Erst sonniges, warmes Wetter brachte am 2. Mai die ersten Fliegen, und zwar 2 ♀♀ und 2 ♂♂, ins Netz. Die Fliegen-Ausbeuten bei den Massenfängen werden in Abb. 5 niedergelegt.

Bis zum 15. Mai war bei relativ niedrigen Temperaturen die Fangausbeute gering. Nach leichten Niederschlägen am 15. und 16. 5. nahm der Flug stark zu, erreichte aber bei weiterhin kühlem und gewitterreichem Wetter nicht die vorjährige Stärke. Der Fliegenflug entsprach etwa der auch noch im Juni um 1 bis 2 Wochen zurückliegenden Vegetationsentwicklung. Das Maximum der Frühjahrsfliegen wurde erst am 16. Juni mit 255 Vollkerfen erreicht. Es lag im Verhältnis zu den Jahren 1949 und 1950 etwa 10 bzw. 20 Tage später und wesentlich niedriger. Die ungünstigen Witterungsverhältnisse im April und die starken Niederschläge in den letzten Maitagen dürften dafür wohl eine Erklärung geben.

Nach dem 16. 6. nahm die Fangausbeute ständig ab, um nach starken Gewittern am 27. und 28. 6. (56 mm) und 4. 7. (24 mm) mit 51 Vollkerfen den ersten Tiefstand zu erreichen. Das Ende der Frühlings- und der Beginn der Sommerfliegengeneration dürften zwischen dem 1. bis 5. 7. liegen.

Die ersten Vollkerfe der Sommerfliegengeneration hatten zu diesem Zeitpunkt ihre Puparien in Körnern der Wintergerste bereits verlassen.

Die Juliwitterung war, von einigen Gewittern abgesehen, trocken, aber wenig warm. Zu schlagartigem Schlüpfen der Sommerfliegengeneration wie im Vorjahre kam es nicht. Die Fangausbeuten steigerten sich nur langsam. Erst nach einem starken Gewitter am 24. 7. mit 45 mm Niederschlag nahm die Flugintensität zu. Am 27. 7., also etwa 7 Tage später als im Vorjahre, wurde das Maximum des Sommerfliegenflugs mit 435 Vollkerfen im Einheitsfang erreicht. Auch damit bleibt die Flugintensität aber wieder merklich gegenüber dem Vorjahre zurück.

Anfang August nahm der Befall deutlich ab. Am 6. September zeigte er auf den befangenen Grünflächen den zweiten Tiefstand. Er dürfte angesichts der gleichgebliebenen Witterungsverhältnisse auf den natürlichen Abgang zurückgehen. Die Sommerfliegengeneration müßte demnach in der Zeit vom 1. bis 6. September ihr Ende gefunden haben.

Starke Erwärmung in der Schönwetterperiode vom 4. bis 14. September bewirkte ein stärkeres Schlüpfen der Herbstfliegen. Es machte sich durch stetiges Steigen der Fangausbeuten bemerkbar. Die Klimax wurde am 23. 9., also 8 Tage später als im Vorjahre, mit 208 Vollkerfen erreicht. In den folgenden Wochen ließen die Fangausbeuten bei langsam fallenden Temperaturen nach, um sich in der ersten Oktoberdekade noch einmal für kurze Zeit konstant zu halten. Ab 9. Oktober ging der Bestand endgültig fast auf o zurück. Die letzte Fliege, ein ♀ ging am 4. November ins Netz.

Um das Ende der Eiabgabe zu ermitteln, wurden die gefangenen Fliegen ab 9. 10. auf legereife Eier untersucht. Während am 17. 10. nur 6 von 27 Fliegen legereife Eier aufwiesen, hatten die später gefangenen ausnahmslos noch gefüllte Ovarien. Sollten die Beobachtungen von Kreuter, die auch von Riggert (1935, S. 152) bestätigt wurden, zutreffend sein, so dürfte der Eintritt in die kritische Kältezone (12° C), die am 3. 10. erreicht wurde, die Aufnahme der Legetätigkeit seitens der nach dem 3. 10. erschienenen Vollkerfe unmöglich gemacht haben.

Zusammenfassung für das Jahr 1950/51
(s. graphische Darstellung, Abb. 5)

Flugzeit der Frühlingsfliegen (III. Generation) etwa vom 2. 5. bis 5. 7. (66 Tage), Maximum am 16. 6. mit 255 Fliegen.

Flugzeit der Sommerfliegen (I. Generation) etwa vom 1. 7. bis 6. 9. (68 Tage), Maximum am 27. 7. mit 435 Fliegen.
Flugzeit der Herbstfliegen (II. Generatoion) etwa vom 1. 9. bis 31. 10. (60 Tage), Maximum am 23. 9. mit 208 Fliegen.

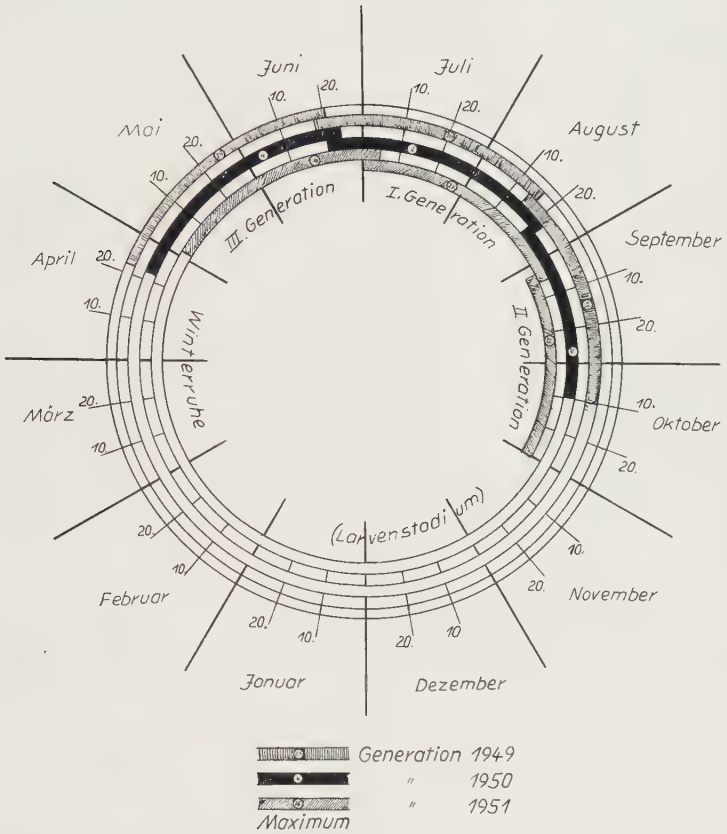

Abb. 6. Zeitliche Verteilung der Generationen i. d. Jahren 1949—51

IV. Phänologische Beziehungen

a. Beobachtungen zum Erstauftreten der Fliegen im Frühjahr

1. Allgemeines

Wiederholt wurde versucht [Blunck, H., Bremer, H. und Kaufmann, O. (1933, S. 562), Riggert (1936, S. 147), Roos (1937, S. 37), Horber (1950, S. 38) u. a.], das Auftreten von Getreidefliegen auf phänologische Daten zu beziehen. Die Autoren weisen u. a. darauf hin, daß die Blütezeit von Apfel und gewissen Wiesenkräutern, wie z. B. Löwenzahn, mit dem ersten Erscheinen der Fliegen zusammentraf.

Im Rahmen meiner Freilanduntersuchungen hatte ich Gelegenheit zu weiteren einschlägigen Beobachtungen. Sie erfolgten 1949 an fünf und 1950 bis 1952 an sieben Orten. Diese wurden in klimatisch verschiedenen Lagen

gewählt. Infolge einer weitgehenden Übereinstimmung der Untersuchungsbefunde wurden aus Platzmangel nur die Beobachtungen aus dem Jahre 1951 und 1952 wiedergegeben (siehe Tab. 1 bis 2 und Abb. 7 u. 8).

Da die Witterungsdaten der einzelnen Beobachtungsorte mehr oder weniger stark voneinander abwichen, beschränkte ich mich auf die Wiedergabe der allgemeinen Verhältnisse, wie sie zu dieser Zeit für Ostwestfalen–Lippe zutreffend waren.

Das Erscheinen der Vollkerfe wurde durch Ketscherfänge, die ab Mitte April regelmäßig durchgeführt wurden, ermittelt. Gleichzeitig wurde der Beginn der Blüte bei Süßkirsche (Knorpelkirsche), Löwenzahn und Apfel (Weißer Klarapfel) sowie das Schossen der frühgesäten Wintergerste verfolgt. Der Blütenbeginn bei Pflaumen (Hauszwetsche) und Birnen (Klapp's Liebling) wurde in den Jahren 1951 und 1952 mit in die Beobachtungen einbezogen.

2. *1951*

Im April hatte das Wetter, mehr als in den anderen Beobachtungsjahren, den für diesen Monat charakteristischen Verlauf. Besonders in der ersten Aprilhälfte regnete es bei unbeständigem Schauerwetter verhältnismäßig oft, ohne daß dabei die Zahl der Niederschlagstage insgesamt übernormal zu liegen kam. Vom 24.–26. 4. war es abnorm. Der 25. 4. war ein ausgesprochener „Sommertag". Sonnenscheindauer und Bewölkungsverhältnisse entsprachen bei dem wechselhaften, zeitweise sonnigen Wetter im April und Mai dem langjährigen Durchschnitt.

Tabelle 1

Auftreten der Fliegen und phänologische Daten im Jahre 1951

Untersuchungsort	Auftreten d. 1. Vollkerfe	Beginn d. Süßkirschenblüte	Beginn d. Löwenzahnblüte	Beginn d. Pflaumenblüte	Beginn d. Birnenblüte	Beginn der Apfelblüte	Ährenschieben d. Wintergerste
1. Herford	2. 5.	1. 5.	4. 5.	3. 5.	3. 5.	5. 5.	4. 5.
2. Bielefeld-Quelle	2. 5.	2. 5.	5. 5.	28. 4.	1. 5.	3. 5.	1. 5.
3. Enger, Krs. Herford	3. 5.	2. 5.	4. 5.	4. 5.	4. 5.	7. 5.	4. 5.
4. Blomberg Lippe	4. 5.	3. 5.	3. 5.	6. 5.	5. 5.	8. 5.	3. 5.
5. Exter, Krs. Herford	4. 5.	3. 5.	6. 5.	1. 5.	4. 5.	6. 5.	4. 5.
6. Lichtenau, Krs. Büren	12. 5.	6. 5.	15. 5.	—	11. 5.	14. 5.	10. 5.
7. Warburg	—	6. 5.	—	10. 5.	10. 5.	—	10. 5.

Die wechselhafte, kühle Witterung im April hielt die Entwicklung der Vegetation stark zurück. Erst mit stärkerer Erwärmung, d. h. am Monatsende, setzte die Obstblüte ein. Gleichzeitig erschienen die ersten Fritfliegen, und zwar an fast allen Beobachtungsorten zu Beginn der Süßkirschenblüte.

Eine stärkere Abweichung wurde nur in Lichtenau, Krs. Büren, registriert. Bei Löwenzahn, Birne und Apfel sowie beim Ähренschieben der Gerste schwankte der Blühbeginn von Ort zu Ort stark. Das dürfte auf das gleichsinnig stark wechselnde Wetter im Monat April zurückzuführen sein.

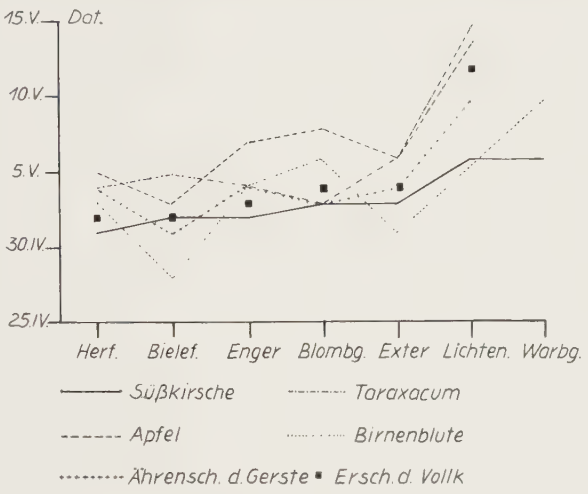

Abb. 7. Phänolog. Beobachtungen 1951

3. 1952

Während am 1. April noch eine 7 cm hohe Schneedecke lag und auch die folgenden Tage zunächst noch Frost brachten, nahm die Temperatur ab 8. 4. einen raschen Anstieg. Das Tagesmittel erreichte vom 9.–16. 4. sommerliche Werte. Der Monatsdurchschnitt lag infolgedessen $3^1/_2{}^0$ C über dem langjährigen Mittel. Die Niederschläge waren sehr gering. Sie erreichten in 10 Niederschlagstagen nur 28 % der normalen Menge. Auch die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit war mit 69 % außerordentlich gering. Die Sonnenscheindauer betrug im April 200 Stunden. Auffällig war die gleichmäßige Verteilung der Windrichtung und eine starke Taubildung.

Vom 1.–10. Mai lag die Temperatur fast ständig 3–5° C. über dem lang-

Tabelle 2

Auftreten der Fliegen und phänologische Daten im Jahre 1952

Untersuchungsort	Auftreten d. 1. Vollkerfe	Beginn d. Süßkirschenblüte	Beginn d. Löwenzahnblüte	Beginn d. Pflaumenblüte	Beginn d. Birnenblüte	Beginn der Apfelblüte	Ährenschieben d. Wintergerste
1. Herford	14. 4.	14. 4.	18. 4.	18. 4.	19. 4.	21. 4.	4. 5.
2. Bielefeld-Quelle	14. 4.	13. 4.	18. 4.	17. 4.	20. 4.	21. 4.	4. 5.
3. Enger, Krs. Herford	15. 4.	14. 4.	19. 4.	18. 4.	18. 4.	21. 4.	4. 5.
4. Blomberg, Lippe	14. 4.	14. 4.	19. 4.	20. 4.	21. 4.	22. 4.	6. 5.
5. Exter, Krs. Herford	15. 4.	14. 4.	20. 4.	18. 4.	20. 4.	22. 4.	5. 5.
6. Lichtenau, Krs. Büren	20. 4.	19. 4.	23. 4.	23. 4.	25. 4.	26. 4.	10. 5.
7. Warburg	18. 4.	17. 4.	21. 4.	—	—	24. 4.	8. 5.

jährigen Mittel. Die relativ hohe Sonnenscheindauer wurde nur geringfügig durch Niederschläge beeinträchtigt. Nachts und besonders in der Frühe bildeten sich verbreitet Nebel.

Die schnelle Erwärmung führte die Vegetation vom 9. April ab plötzlich stark vorwärts. Die Süßkirschenblüte setzte an allen Beobachtungsorten frühzeitig und gleichmäßig ein. Die Fritfliegen erschienen in Herford und Blomberg damit gleichzeitig, in Bielefeld-Quelle, Enger, Exter, Lichtenau und Warburg einen Tag später. Annähernd parallel, aber mit Verspätung von 4 bzw. 6 Tagen, setzte an allen Orten die Löwenzahn- und Apfelblüte ein. Der Beginn der Birnen- und Pflaumenblüte war auch in diesem Jahr größeren Schwankungen unterworfen. Durch die starke Trockenheit verzögerte sich das Ährenschieben der Gerste derartig, daß es erst 20–21 Tage nach dem Erscheinen der Fritfliege einsetzte. (Auf Darstellung in der Abbildung wurde daher verzichtet.)

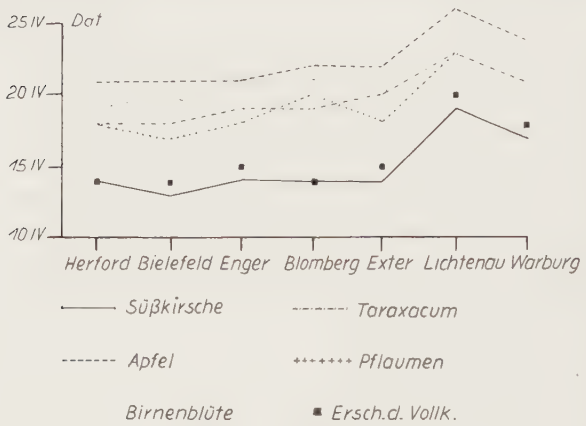

Abb. 8. Phänolog. Beobachtungen 1952

b. Beobachtungen zur Generationsfolge

1. Allgemeines

In den Jahren 1949–51 wurde versucht, auch die Generationsfolge mit entsprechenden phänologischen Daten zu verknüpfen. Die Grundlage bildeten die laufend zur Ermittlung des Massenwechsels durchgeführten Ketscherfänge unter Hinzuziehung der Witterungsdaten. Die phänologischen Beobachtungen wurden in Herford gemacht. Eine Ausdehnung des Beobachtungsgebietes wäre zur Erlangung gesicherterer Ergebnisse wünschenswert gewesen, doch scheiterte sie an den technischen Schwierigkeiten zur Feststellung des Massenfluges an den auswärtigen Orten.

2. 1949

Der sehr günstige Witterungsverlauf im Frühjahr 1949 verschaffte der gesamten Vegetation im Vergleich zu anderen Jahren einen Vorsprung von etwa 1–2 Wochen. Wie gesagt (s. S. 318) wurden die ersten Vollkerfe aber relativ spät, nämlich 4 Tage nach Beginn der Süßkirschenblüte, am 22. 4., auf Grünland geketschert (s. Abb. 9). Dank guter Wetterverhältnisse nahm die Intensität des Fluges dann rasch zu. Er erreichte bereits am 25. 5. beim Erblühen des Roggens und unmittelbar nach Erblühen der Wintergerste sein erstes Maximum. Der erste Wiesenschnitt hatte gerade begonnen. Bald darauf kamen die Sommergerste und frühen Hafersorten ins Schossen. Das Ende des Frühlingsfliegenfluges fiel etwa mit der Gelbreife der Wintergerste zusammen.

Fast gleichzeitig erschienen die ersten Vollkerfe der Sommerfliegengeneration. Sie waren während der Wintergersten- und Rapsernte schon zahlreicher vertreten. Nach anfänglich leichten Schwankungen erreichte der Flug

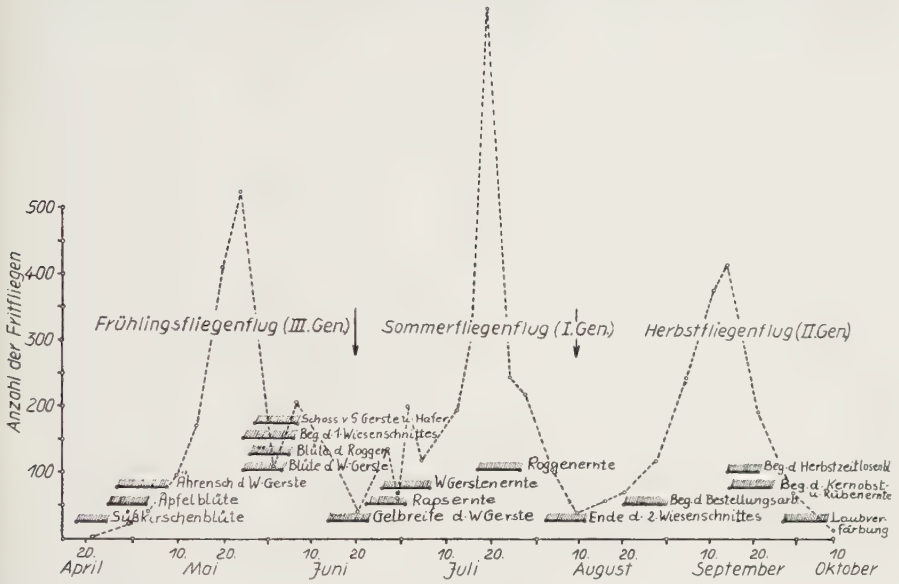

Abb. 9. Generationsfolge 1949

zu Beginn der Roggenernte, die um den 20. 7. herum einsetzte, sein Maximum. Mit Beendigung des zweiten Wiesenschnittes war auch der Flug der Sommerfliegen beendet.

Der Herbstfliegenflug, der zu Beginn der Bestellungsarbeiten langsam zur Entfaltung kam, erlangte am 15. 9. seinen Höhepunkt. Die ersten Herbstzeitlosen blühten gerade auf und kündeten phänologisch den Herbst an. Kernobst- und Rübenernte hatten begonnen. Bald nach Beginn der Laubverfärbung der Buche, d. h. Anfang Oktober, ging der Fliegenflug zu Ende. Am 10. Oktober fing sich die letzte Fliege im Netz.

3. 1950

Die erste Fliege konnte am gleichen Kalendertag wie im Vorjahre, d. h. am 22. 4., gefangen werden, diesmal kurz vor Beginn der Süßkirschenblüte. Mit dem Einsetzen der Apfel- und Birnenblüte nahm der Flug langsam und erst etwa 1½ Wochen nach Ende der Blüte plötzlich stark zu. Zur Zeit des ersten Wiesenschnittes (4. 6.), also zu dem gleichen phänologischen Datum wie im Vorjahre, war das Maximum erreicht. Sommergerste und frühe Hafersorten schoßten damals und setzten zum Teil schon zur Blüte an. Das Ende des Frühlingsfliegenfluges fiel mit der Milch-Gelbreife der Wintergerste zusammen.

Mit deren zunehmender Reife setzte der Flug der Sommerfliegen ein. Er erreichte seinen Höhepunkt wie im Vorjahre zu Beginn der Roggenernte. Mit dem 2. Wiesenschnitt ging auch die Flugzeit der Sommerfliegen zu Ende.

Die Fliegen der Herbstgeneration schlüpften in der Mehrzahl mit Beginn

der Bestellungsarbeiten zu Winterraps und Wintergerste. Der Höhepunkt des Fluges wurde am 26. 9. bei Beginn der Kernobst- und der Rübenernte, ebenfalls phänologisch mit dem Vorjahre übereinstimmend, erreicht. Die Flugintensität ließ dann sehr rasch nach. Die letzte Fliege wurde am 10. 10. auf Grünland geketschert. Die herbstliche Laubverfärbung setzte zu dieser Zeit gerade ein.

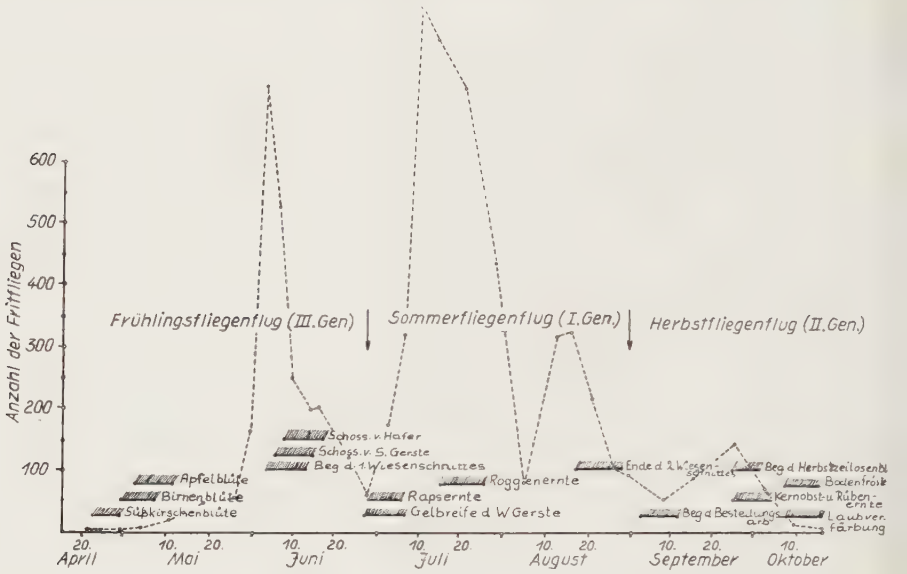

Abb. 10. Generationsfolge 1950

4. 1951

1951 erschienen die ersten Vollkerfe am 2. 5. (s. S. 323), d. h. fast zwei Wochen später als im Jahre 1949 und 1950. Die Vegetation hatte sich nicht ganz so stark verspätet. So setzte die Süßkirschenblüte am 1. 5., also nur 10 Tage später als 1950 und fast gleichzeitig mit dem Schlüpfen der Fliegen ein. Diese leichte phänologische „Verfrühung" des Fliegenfluges blieb während der ganzen Vegetationszeit erhalten. Das Maximum des Frühlingsfliegenfluges fiel zwar wieder mit dem Schossen der frühen Hafersorten, bei den Sommergersten aber nur noch mit dem der späten Sorten zusammen. Der erste Wiesenschnitt war im vollen Gange. Das Ende des Fliegenfluges deckte sich diesmal mit dem Beginn der Wintergerstenernte und der Blüte mittelfrüher Kartoffeln (Bona).

Fast gleichzeitig erschienen die ersten Sommerfliegen. Ihr Flug erreichte seinen Höhepunkt am 27. 7., als schon der letzte Roggen und der erste Weizen geschnitten wurden. Die Frühkartoffelernte war damals im vollen Gange. Mit Abschluß der Getreideernte, d. h. Schnitt des letzten Hafers, endete am 6. 9. die Sommerfliegengeneration.

Die Herbstfliegen erschienen zu Beginn der Bestellung von Wintergerste und Roggen. Der Raps war zu dieser Zeit schon einige Tage ausgesät. Das Maximum des Fluges fiel auf den 23. 9., als bereits die späten Apfelsorten gepflückt wurden und die Zuckerrübenerte begann.

c. Folgerungen

Vorstehende Ergebnisse lassen folgern, daß bei ungestörter Entwicklung der Vegetation (Fehlen von Spätfrösten) das Erscheinen der Fritfliege – phänologisch gesehen – sich gleich bleibt. Blühbeginn von Süßkirsche und Löwenzahn fielen damit in allen Untersuchungsorten und -jahren weitgehend zusammen. Pflaumen-, Apfel- und Birnenblüte sowie das Schossen der früh

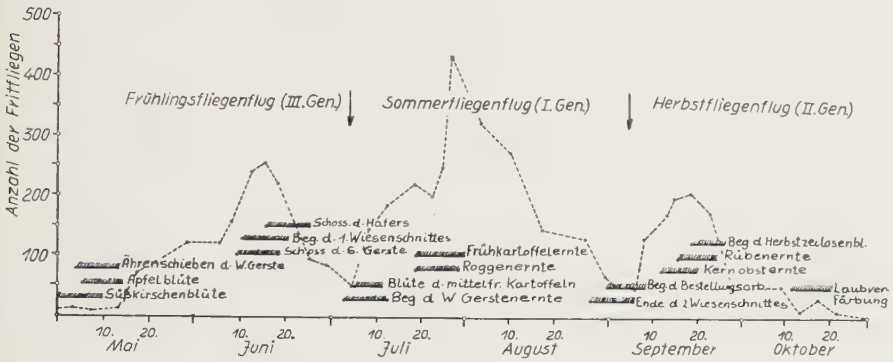

Abb. 11. Generationsfolge 1951

gesäten Wintergerste sind zur Charakterisierung des ersten Auftretens weniger geeignet, da sie, wie aus den Tabellen ersichtlich, allzu großen Schwankungen unterworfen sind.

Die Generationsfolge der Fliegen konnte nicht so straff phänologisch bezogen werden, wie das Erstauftreten der Frühlingsfliegen. Die Beobachtungen waren dazu zu dürftig. Die wenigen bislang ermittelten Daten lassen aber möglich erscheinen, auch hier zur Aufstellung eines Beziehungsplanes zu kommen, Fortführung der Beobachtungen in weiteren Jahren und an anderen Stellen ist daher erwünscht.

C. Die Fritschäden an Gerste

I. Befall der Halme

a. Eiablage

1. Zeitpunkt und Intensität der Belegung

Nach Riggert (1935, S. 126) beginnen die Fliegen normalerweise, d. h. bei 10–20° C, 6–9 Tage nach dem Schlüpfen mit der Eiablage. So erschienen 1950 die ersten Fliegen (s. a. S. 320) auf Grünland am 21. 4. Demnach wären die ersten Eier bereits in den letzten Apriltagen oder doch Anfang Mai zu erwarten gewesen. Das aber war zumindestens bei Hafer und Gerste nicht der Fall. Es mag sein, daß die Tiere damals am Schlüpfort, also auf den Weiden, schon gelegt hatten. Auf meinen Beobachtungszellen erschienen sie bei Hafer am 7. 5. und begannen mit der Eiablage am 11. 5., bei Gerste, wo ich die ersten Fliegen am 12. 5. ketscherte, gar erst am 18. 5. Seit der Zuwanderung waren somit bei Hafer 4 und bei Gerste 6 Tage verstrichen. Dabei lagen die Parzellen unmittelbar nebeneinander und waren gleichzeitig aufgelau-

fen. Der Hafer stand bei Beginn des Befalls im 1–2-Blattstadium. Die Gerste hatte das 3–4-Blattstadium erreicht. Nähere Daten gibt Tabelle 3.

Tabelle 3

Probe-nahme	Wachstumstadien	Anzahl d. untersuch-ten Pflan-zen/Parz.	Zahl der Eier und Larven insgesamt			
			Hafer	Befall d. Pflanzen in %	Gerste	Befall d. Pflanzen in %
6. 5. 50	Auflauf	250	0	0	0	0
9. 5. 50	1-Blattstadium	300	0	0	0	0
11. 5. 50	1–2-Blattstadium	300	1	0,33	0	0
13. 5. 50	2-Blattstadium	300	3	1,0	0	0
15. 5. 50	2–3-Blattstadium	300	3	1,0	0	0
16. 5. 50	3-Blattstadium	300	7	2,33	0	0
18. 5. 50	3–4-Blattstadium	250	6	2,4	2	0,8
22. 5. 50	3–5-Blattstadium	250	14	5,6	4	1,6
28. 5. 50	Beginn der Bestockung	250	22	8,8	9	3,6
16. 6. 50	Beginn des Schossens	250	46	18,4	17	6,8

Aus Tab. 3 geht hervor, daß auch in der Folge die Gerste weit weniger heimgesucht wurde als der Hafer. Bei Abschluß der Erhebungen, d. h. am 16. 6., zählte ich auf je 250, damals im Beginn des Schossens befindlichen Pflanzen bei Gerste 10 Eier und 7 Larven, bei Hafer dagegen 26 Eier und 20 Larven. Da weitere, wenn auch zahlenmäßig noch nicht so exakte Beobachtungen in den Jahren 1948/49 das gleiche besagen, glaube ich verallgemeinern zu dürfen, daß Gerste in der Jugend weit weniger stark von der Fritfliege befallen wird als Hafer. Wenn gelegentlich abweichende Meinungen laut werden, so dürfte das auf eine Verwechslung der Fritfliegeneier mit denen von *Hydrellia griseola* Fall. und vielleicht auch mit *Chlorops pumilionis* Bjerk. beruhen. An sich sind diese voneinander und von den Eiern der Fritfliege verhältnismäßig leicht zu unterscheiden. Riggert (1935, S. 103) hat die Erkennungsmerkmale herausgestellt. Ich habe dem nichts hinzuzufügen.

2. Ort

Über den Ablageort der Eier gehen die Angaben in der Literatur etwas auseinander. In der Regel heißt es, daß die Fliege bevorzugt die Blattoberseite belegt (Wilhelm 1891, S. 23, Rörig 1893, S. 10, Remer 1902, S. 720, Grosser 1905, S. 1589, Finsler 1924, S. 11, Steel 1931, S. 354, Baranow 1913, S. 214). Riggert S. 147) betont aber mit Recht, daß den Autoren dann wohl oft die schon oben zitierte Verwechslung der Fritеier mit Gelegen von *Hydrellia griseola* bzw. *Chlorops pumilionis* unterlaufen seien.

Riggert fand die Eier bei Hafer fast ausschließlich, nämlich zu 92 %, hinter der Ligula und die übrigen nur am Stengelgrund. Blunck und Ludewig (1932, S. 2) machen im wesentlichen gleiche Angaben.

Bei Gerste verhalten sich die Fliegen meinen Befunden nach etwas anders. Bei Keimlingen fand ich die Eier hauptsächlich außen an der Blattscheide, zuweilen auch am Stengelgrund, seltener an der Unterseite der Blattspreite, und zwar dann in unmittelbarer Nähe der Blattscheide, oberseits dagegen

nie. Dort auftretende Gelege erwiesen sich in allen Fällen zu *Hydrellia griseola* gehörig, die ja bevorzugt, wenn nicht ausschließlich, an Gerste brütet.

Im einzelnen ergab eine Auszählung von 100 Pflanzen im 3–4-Blattstadium:

Ablageort	Eier	%[1]
1. Zwischen Ligula und Halm	32	21,33
2. Hinter der Blattscheide	62	41,33
3. An der Blattunterseite	8	5,33
4. Am Stengelgrund der Pflanze	48	32,00

[1] bezogen auf die Belegung insgesamt (150 Eier).

Die Belegung war also auch hier nicht gerade stark. 58 Pflanzen wiesen nur 1 Ei, 34 zwei und nur 8 drei Eier auf. Auf dem Boden und ohne Verbindung mit der Pflanze wurden keine Eier gefunden. RIGGERT (1935, S. 149) meint, daß solche, wenn sie dort überhaupt auftreten, sekundär dahin gelangt sind, etwa durch Herausschieben aus dem Raum zwischen Ligula und Halm im Laufe der Wachstumsprozesse der Pflanze. Um diese nachzuprüfen, bedeckte ich 4 Pikierkästen von 50×60 cm Oberfläche nach Auslegen von je 50 Gerstenkörnern mit einer schwarzen Papierfolie, die so durchlöchert war, daß je ein Loch über ein Gerstenkorn zu liegen kam. Beim Auflauf mußten sich die Keimlinge durch die Löcher schieben. So vorbereitet, fanden die Kästen auf einer intensiv beflogenen Grünlandfläche Aufstellung. In der Folge wurden dann täglich vom Auflaufen ab 14 Tage bonitiert. Dabei ergab sich, daß selbst starke Bewindung die abgelegten Eier nicht von den Pflanzen lösen konnte. Anders die Niederschläge. Nach kräftigem Regenfall (12 mm) fanden sich zahlreiche Eier auf der Papierfolie. Ich schließe mich also RIGGERTS Auffassung an, daß die Fritfliege nur die Pflanze selbst, nicht den Boden in ihrer Nachbarschaft, belegt. Ob die aus abgespülten Eiern schlüpfenden Larven den Weg zur Pflanze finden, muß ich dahingestellt sein lassen.

b. Verhalten der Larven

Nach dem Schlüpfen wandern die Larven unabhängig vom Ort der Eiablage auf dem kürzesten Weg zum Vegetationskegel. In der Regel schieben sie sich stetig, mit ihren kräftigen Mundhaken das Gewebe anreißend und zerfleischend, zwischen Halm und Blattscheide abwärts und beißen schließlich das Herzblatt an seiner Basis ab. Dieses trocknet dann unter Vergilben ein, womit das für Fritbefall so charakteristische Schadbild gegeben ist. Auch

Tabelle 4

Datum	Stand der Entwicklung bei Ausfall des Herzblattes	Anzahl d. untersuchten Pflanzen insgesamt	Weiterentwickelt	Abgestorbene Pflanzen in %
20. 5.	2-Blattstadium	25	5	80,0
23. 5.	2–3-Blattstadium	20	6	70,0
26. 5.	3-Blattstadium	24	10	58,3
31. 5.	4–5-Blattstadium	30	22	26,6
6. 6.	Beginn der Bestockung	28	25	10,7

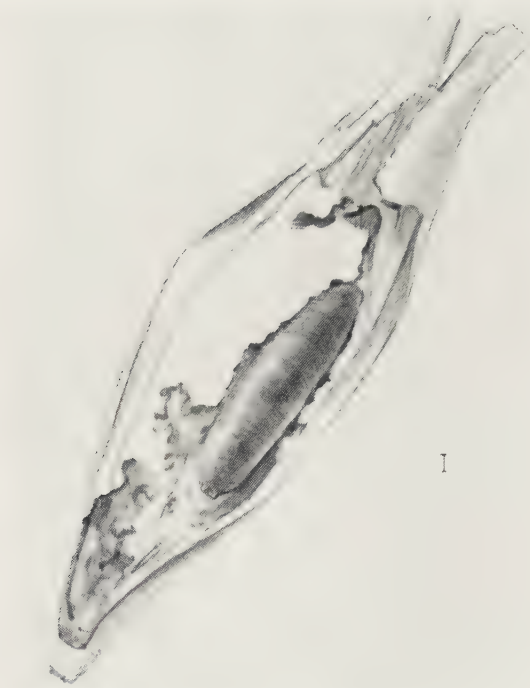

Abb. 12. Gerstenkorn mit Puparium von *Oscinis frit* L.

der Vegetationskegel selbst wird meist zerstört. Sind die Pflanzen noch jung, d. h. noch nicht über das 2-Blattstadium hinaus, und unbestockt, so gehen sie meistens zugrunde. Konnten sie dagegen vorher bereits weitere Blätter bilden oder gar sich bestocken, können sie den Schaden durch Bildung neuer Triebe überwachsen. Tabelle 4 veranschaulicht das zahlenmäßig.

Ebenso wie beim Hafer sind die Larven auch bei der Gerste schon nach einer Fraßzeit von 2–3 Wochen verpuppungsreif. Während sie bis dahin kopfabwärts gesessen haben, drehen sie sich nun um, wodurch das Schlüpfen des Vollkerfes erleichtert wird. Meist liegt das Puparium zwischen den Blattscheiden. Es ist zunächst gelb, färbt sich aber bald nach dunkelbraun um und entläßt nach 8–14 Tagen das Vollkerf. Dieses nimmt seinerseits alsbald wieder die Fortpflanzungsgeschäfte auf. Die Fliegen brüten dabei teils an denselben Pflanzen, an denen sie herangewachsen sind, wobei sie

Tabelle 5

Wintergerste
Sorte: Peragis Stamm 12 – Aussaat: 21. 10. 1949
Versuchsort: Baringhof, Kr. Herford
Je Bonitur wurden 20 Ähren untersucht.

Datum d. Entwicklungszustand	Anzahl d. gefundenen Eier	Larven	Puparien	Befall d. Ährchen insgesamt Zahl	% [1]
22. 5. 50 Beginn d. Schossens	0	0	0	0	0
28. 5. 50 Beginn d. Ährensch.	4	0	0	4	3,3
31 .5. 50 Beginn der Blüte	26	0	0	26	21,8
4. 6. 50 Vollblüte	57	0	0	57	47,8
6. 6. 50 Ende der Blüte	62	6	0	68	57,1
8. 6. 50 Beginn d. Milchreife	57	18	0	75	63,0
11. 6. 50 Milchreife	29	86	0	115	96,6
15. 6. 50 Beginn d. Gelbreife	2	98	6	106	89,1
18. 6. 50 Gelbreife	0	81	23	114	95,8
1. 7. 50 Vollreife	0	0	119	119	100,0

[1] bezogen auf den endgültigen Befall zur Zeit der Vollreife.

nunmehr aber die Ähren belegen. Oder sie suchen dazu ganz späte Sommerungen und Grasbestände auf, um dort an jungen Trieben zu brüten.

II. Befall der Ähren

a. Eiablage

1. Zeitpunkt und Intensität der Belegung

Über das Ausmaß des Befalls der Ähren entscheidet außer der Stärke des Anflugs das Entwicklungsstadium des Ährchens. Das war an sich schon lange bekannt. Schon bei FRYER und COLLIN (1924, S. 469) ist zu lesen, daß die Körner der Gerste nur belegt werden, solange sie noch nicht die Hälfte ihrer endgültigen Größe erreicht haben. Näheren Aufschluß über das bei der Belegung bevorzugte Entwicklungsstadium geben die Tabellen 5 und 6, die an Hand zweier, im Oktober 1949 bei Wintergetreide und im April 1950 bei Sommergetreide, durchgeführten Erhebungen zusammengestellt sind.

Tabelle 6

Sommergerste
Sorte: Heines vierzeilige – Aussaat: 8. 4. 50
Versuchsort: Wilbasen b. Blomberg/Lippe
Je Bonitur wurden 20 Ähren untersucht.

Datum d. Entwicklungszustand	Anzahl d. gefundenen Eier	Larven	Puparien	Befall d. Ährchen insgesamt Zahl	% [1]
1. 6. 50 Beginn d. Schossens	0	0	0	0	0
6. 6. 50 Beg. d. Ährenschiebens	16	0	0	16	17,4
10. 6. 50 Beginn der Blüte	46	0	0	46	50,0
14. 6. 50 Vollblüte	69	0	0	69	75,0
20. 6. 50 Ende der Blüte	81	6	0	87	94,5
23. 6. 50 Beginn d. Milchreife	51	30	0	81	88,0
27. 6. 50 Milchreife	18	64	0	82	89,1
4. 7. 50 Gelbreife	2	59	20	83	90,2
11. 7. 50 Vollreife	0	0	92	92	100,0

[1] bezogen auf den endgültigen Befall zur Zeit der Vollreife.

Die Tabellen 5 und 6 besagen, daß die Belegung der Ährchen schon gleich nach dem Ährenschieben einsetzt, zu Beginn der Blüte stärkere Ausmaße annimmt und schon gegen Ende der Blüte ihren Höhepunkt erreicht, um dann wieder abzuklingen. Wenn die Gerste gelbreif ist, sind die Larven fast ausnahmslos geschlüpft. Sie beginnen ab Ende der Blüte mit dem Fraß, sind zur Zeit der Milchreife und beginnenden Gelbreife am zahlreichsten, haben sich aber, wenn diese ihren Höhepunkt erreicht, schon fast ohne Ausnahme verpuppt. Die meisten Puppen sind zur Zeit der Vollreife zu finden. Die beiden Tabellen lassen auch erkennen, daß in dieser Beziehung zwischen Winterung und Sommerung kaum Unterschiede bestehen. Zweizeilige Gersten wurden in dieser Hinsicht nicht untersucht, weil sie, wie im Kap. D, I ausgeführt wird, von den Fliegen dann weitgehend verschont bleiben.

2. Ort

Zwecks Feststellung, welche Teile der Ähre und der Ährchen bevorzugt belegt werden, führte ich eine Reihe von Erhebungen aus, die im wesent-

lichen alle das gleiche Bild ergaben. Bei 615 Ähren von „Heines vierzeilige", von denen 200 belegt waren, fanden sich

154 Eier = 24,0 % an der Ährenspindel
426 Eier = 66,5 % an der Innenspelze
42 Eier = 6,5 % an der Außenseite der Körner
12 Eier = 1,8 % an den Grannen
8 Eier = 1,2 % am Halm der Ähre

Es wurden also die weitaus meisten Eier hinter der Deckspelze, und zwar an der Innenspelze oder an der Ährenspindel, abgesetzt. Die Zahl der außen an den Körnern, an den Grannen und am Halm unterhalb der Ähren gefundenen Eier ist so gering, daß Fehlbelegung anzunehmen ist. Maximal fand ich 9 Eier an einer Ähre, durchschnittlich 3,21. Der Befall war also nur mäßig. Die Ährchen an der Spitze der Ähre und die an deren Basis blieben immer frei. Diese Ährchen bleiben bekanntlich taub. Der Instinkt bewahrt die Fliegen also offenbar davor, ihre Eier an Stellen abzulegen, wo die Brut keine Möglichkeit zur Weiterentwicklung findet.

Abb. 13. Ährenschädigungen durch Fritfliegen mehrzeiliger (links) u. zweizeiliger Gerste (rechts). Pfeile weisen auf befallene Körner

b. Verhalten der Larven

Ebenso wie bei der Belegung des Halmes bleibt die Larve nach dem Schlüpfen nicht dort, wo das Ei abgesetzt ist. Sie wandert vielmehr meist aufwärts nach der Granne zu und dringt dann unter deren Basis mittels der Mundhaken zwischen Innen- und Deckspelze in das Korn ein. Ein Durchfressen der Spelzen wurde nur selten beobachtet. Da die Eiablage sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, nehmen in den ersten Stadien der Kornentwicklung laufend Larven ihre Freßtätigkeit auf. Es können sich also in ein und derselben Ähre alle Stufen der Schädigung nebeneinander finden. So waren bei 295 befallenen Ährchen

24	100%ig
75	75–100%ig
120	50– 75%ig
45	25– 50%ig
33	0– 25%ig

zerstört. Je früher die Larve in das Korn eindringt, um so stärker wird dieses mitgenommen. Erfolgt der Befall bereits, wenn das Korn noch in der Milchreife steht, wird es anscheinend ganz zum Aufbau der Larve benötigt. Bei Spätbefall scheint das nicht so zu sein. Offenbar genügen dem Tier dann geringere Mengen der inzwischen hochwertiger gewordenen Nahrung, um zur Reife zu kommen. Zuweilen, aber nur bei sehr starkem Befall, können zwei Larven in demselben Ährchen auftreten. Sie können dann auch beide die Entwicklung beenden, liefern aber verkleinerte Volltiere. Ich hatte den Eindruck, daß die Entwicklungsdauer der Larven in der Ähre kürzer ist, als bei Befall des Halmes. Vermutlich wirken dabei 2 Faktoren zusammen, nämlich 1. größerer Nährwert des Futters und 2. die zu der Zeit, wo die Ähren belegt werden, höheren Außentemperaturen. 14 Tage vergehen aber auch in den Ähren vom Zeitpunkt des Schlüpfens bis zur Verpuppung der Larven.

Bevor die Gerste schnittreif wird, haben die Vollkerfe die Puppenhülle und damit auch die Pflanzen in der großen Mehrzahl verlassen. Bei 200 unmittelbar nach der Ernte untersuchten Ähren von „Heines vierzeilige" wurden 1950 531 leere und nur noch 19 besetzte Puppenhüllen gefunden. Von den ersten hatten 34 keine Fliegen, sondern Schlupfwespen (s. Kap. E) entlassen. Die hier als Herbstfliegen bezeichneten Vollkerfe dieser Generation waren wohl ausnahmslos auf benachbarte Gräser, auf Weiden und Grasraine abgewandert. Das dürfte die Regel sein.

c. Befallsunterschiede an Hafer und Gerste

Zur Klärung der Befallsunterschiede an Hafer und Gerste wurden im Jahre 1950 auf dem Baringhof, Kreis Herford, mehrere Gersten- und Haferparzellen angelegt. Um gleiche Befallsbedingungen zu schaffen, wurde beim Hafer die Frühsorte „Eckendorfer Früh Borriesa" gewählt und 8 Tage früher als die Sommergerste „Heines vierzeilige" ausgesät. Bestockung, Schossen, Blüte und die einzelnen Reifestadien stimmten bei beiden Pflanzen gut überein. Das Ergebnis der Bonitur zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7

Entwicklung z. Z. der Bonitur	Befall an Hafer			Befall an Gerste		
	Untersuchte Ährchen	Befall. Ährchen	%	Untersuchte Ährchen	Befall. Ährchen	%
Milch- bis Gelbreife	1005	51	5,07	700	40	5,71
Gelbreife	985	59	5,98	751	46	6,13
Gelb- bis Vollreife	1150	74	6,43	632	42	6,64
Vollreife	905	66	7,23	762	54	7,21

Die Befallsunterschiede waren demnach überaus gering. Anders dagegen verhielt sich der Befall beim Menggetreide (Hafer-Gerste) in der Nähe der Versuchsparzellen. Bei der Untersuchung einer dort entnommenen Probe (je Getreideart 20 Ähren), die unter dem Binokular auf Beschädigungen durchgesehen wurde, trat zahlenmäßig, wie Tabelle 8 erläutert, stärkere Belegung der Gerste in Erscheinung.

Die Erklärung für den unterschiedlichen Befall dürfte wohl darin zu suchen sein, daß die Gerste im günstigen Belegungsstadium in den Massenflug

Tabelle 8

		Untersuchte Ährchen insgesamt	Befallen durch Fritfliegen			
			Ährchen insgesamt	%	Max. je Ähre	Min. je Ähre
Probe I	Hafer	1010	62	6,13	5	0
	Gerste	765	74	9,67	6	2
Probe II	Hafer	1165	65	5,85	4	0
	Gerste	715	83	11,60	7	2
Probe III	Hafer	945	56	5,90	5	0
	Gerste	800	70	8,75	8	2

der Sommerfliegen hineingeraten war. (Der Blühbeginn der Gerste fiel mit dem Maximum der Frühlingsfliegen am 4. Juni zusammen.) Der etwas spätere Hafer hatte zu dieser Zeit gerade die Rispen geschoben und war daher mehr verschont geblieben.

Summary

Field trials and biological studies were carried out in Westphalia and Lippe between 1948 and 1952 to find out the connection between frit fly attack and yield of barley.

A study of the population dynamics showed that *Oscinis frit* L. has three generations per year. An attempt was made, by observations in climatically different areas, to relate the appearance of the first adults to phenological data; from the data obtained, it appears possible to make a phenological table for the sequence of generations.

The weather greatly affects flight, the greatest activity is at 20–25° C. Atmospheric pressure and cloudiness affect activity less than temperature and wind, low precipitation immobilizes the insects. Extensive flight was rarely seen; the flies are static provided there are adequate brood plants and shelter from wind. Crucifers and Umbellifers are preferred as food plants, *Lolium* spp. and *Festuca pratensis* as brood plants. Meadows and pastures with numerous sweet grasses and flowering weeds form a source of danger to nearby cereal fields.

In its young stage, barley plays a lesser role a brood plant than oats. Light stalk attack is largely counteracted if the plant is able to form new shoots; according to the shoots, oats and barley are equally attacked. Larval development takes place in the ear mainly at the time of yellow ripening; under the same conditions, they develop more quickly in the ear than in the stem. Grain formation is greatly affected by an early attack; fritted grains are useless for seed or food purposes.

The importance of the variety and time of sowing from the point of view of frit fly attack was found by field trials.

1. Early ripening stands were always less strongly attacked than late ripening ones.

2. The same is true for early and late ripening varieties. In the case of winter varieties, the latest sowings and varieties are most strongly attacked, in the case of summer varieties the medium late varieties and sowings.
3. Two rowed varieties suffere less as here the eggs are unprotected and easily removed by atmospheric influences. Complete fertilizing with materials high in phosphoric acid helps the attack. Unfertilized plots were most damaged in the young stages and when the ears appeared. 10 % of the adults were attacked by the mite *Microtrombidium demeijerei* Oudemans. The main parasite obtained from puparia in barley ears was the Chalcid *Callitula bicolor* Spin. The average parasitization of about 10 % is of practically no importance for the following generations.

KLEINE MITTEILUNGEN

Bericht über das Internationale Symposion

Über schädliche Fliegen im Lebensbereich des Menschen

vom 23.–25. April 1959 in Berlin-Dahlem

Zu einem Symposion über schädliche Fliegen im Lebensbereich des Menschen hatte das Max-von-Pettenkofer-Institut eingeladen, zu dem etwa 200 Spezialisten erschienen waren. Die wissenschaftlichen Sitzungen fanden im großen Hörsaal des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene statt. Am Vormittag des 23. 4. wurde das Symposion durch den Leiter der Biologischen Abteilung Prof. Dr. H. Kemper eröffnet. Im Mittelpunkt der ersten Vortragsgruppe stand die medizinische Bedeutung der Fliegen. D. Povolny, Brünn, zeigte anhand eigener Untersuchungen eines umfangreichen Fliegenmaterials aus Albanien, Bulgarien, England, Jugoslawien und der Tschechoslowakei die ökologischen Gesetzmäßigkeiten. Unter Berücksichtigung ihrer hygienischen Bedeutung entwickelte er eine Klassifikation der synanthropen Fliegen, die den Erfordernissen hygienisch-zoologischer Arbeiten gerecht wird. Über die Bedeutung der Stechfliegen (s. str. *Stomoxynae*) als Überträger von Zoonosen berichtete G. Wellmann, Berlin. Obwohl die Erreger meist nur von Tier zu Tier übertragen werden, sind die Stechfliegen dennoch als wichtige Vektoren anzusehen, da das Tier Hauptwirt und Infektionsquelle für den Menschen ist. Die bakteriologischen Untersuchungen necrophager Fliegen von E. Bulling, Berlin, ergaben, daß auf Schlachthöfen weit mehr *Salmonella*typen vorhanden sind, als nach den Ergebnissen der Fleischuntersuchungen zu erwarten ist. Über negativ verlaufende Versuche zur Übertragung von Spirochatosen, der Toxoplasmose und der Poliomyelitis berichtete Frau L. Schmidtke, Berlin. Die Fliegen sind nicht als Hauptüberträger oder Hauptübertragungswege der Erreger anzusehen. Als echte Zwischenwirte einiger Bandwürmer und Nematoden sind nach B. Hörning, Berlin, verhältnismäßig wenig Fliegen bekannt geworden. Unter ihnen sind einige Arten der *Muscinae, Stomoxinae* und *Tabanidae* an der obligaten Übertragung von Wurmerkrankung des Menschen und der Tiere beteiligt. Über die hygienische Bedeutung von

Musca domestica vicina und *M. sorbens* in Ägypten berichtete G. Bakri, Kairo, und zeigte die Schwierigkeiten in der Bekämpfung unter den herrschenden ökologischen Bedingungen. Der Nachmittag stand unter dem gemeinsamen Thema: Fliegen als Besucher keimhaltiger Medien. Der Vergleich verschiedener Dipterenanalysen von H. Peters, Heidelberg, zeigt, daß *Stomoxys* im Bereich der Großstadt nur in geringer Dichte – als Spurenelement – auftritt. Sie ist ein Warnzeichen für einen hochpotenten Fliegenherd, dessen Massenproduktion an *Musca* dann den umliegenden Wohnbezirk gesundheitlich gefährdet. Die Untersuchung der Kotfauna durch D. Teschner, Braunschweig, hat ergeben, daß in Stadtgebieten 14 Arten von als Fäkalienbesucher bekannten Hausfliegen angetroffen werden. Ihre Verhaltensweise erlaubt gewisse Rückschlüsse auf ihre epidemiologische Bedeutung. Vergleichende Untersuchungen über den Fliegenbesuch an verschiedenen keimhaltigen Medien wurden von E. Kirchberg, Berlin, durchgeführt. Durch die Technik des Fallenfanges konnte das Artenspektrum der verschiedenen Medien (Kadaver und verschiedene Exkremente) bestimmt werden.

Der Vormittag des folgenden Tages umfaßte Referate über Dasselfliege, Verhalten und Larvalsystematik. Den gegenwärtigen Stand der Dasselfliegenfrage in Deutschland umriß R. Kühl, Hameln, unter Berücksichtigung der Biologie und Bekämpfung der Hypodermen. Der Gesamtschaden in der Bundesrepublik beträgt 40–50 Millionen DM jährlich (6–8 Millionen Häute und Leder, 40–45 Millionen Zuwachs, Fleisch- und Milchschäden). Über in Österreich durchgeführte Versuche mit dem Präparat „Neguvon" zur Dasselfliegenbekämpfung berichtete O. Gebauer, Leoben. Die Ergebnisse sind noch nicht als befriedigend anzusehen. In seinen interessanten Ausführungen über Massen- und Einzelzucht von *Musca domestica* L. wies D. J. Kuenen, Leiden, eindringlich auf die Anpassungsfähigkeit dieser Art hin. Verschiedene Herkünfte sind sofort nach dem Einsammeln auf gesuchte Unterschiede zu prüfen, um Anpassungen an Zuchtbedingungen auszuschließen. Nicht nur der Experimentator lernt, sondern auch das Tier, nicht so sehr als Individuum, als vielmehr als Population. Mit den Untersuchungen der Funktionskreise bei einigen phytophagen Fliegen gab K. Mayer, Dahlem, methodische Hinweise für Verhaltensstadien bei Dipteren. Krankhafte Verhaltensänderungen (Neurosen) unter dem Einfluß von Umweltfaktoren können zu Schädigungen führen, die leicht mit Insektizidvergiftungen verwechselt werden können. Eine Larvalsystematik synanthroper und symboviner Dipteren gab H. Schumann, Greifswald, auf Grund diffiziler morphologischer Merkmale von taxionomischer Bedeutung.

Den Schluß des Symposions bildete die Vortragsgruppe „Grundlagen und Praxis der Fliegenbekämpfung". R. Wiesmann, Basel, zeigte die Unterschiede in der Physiologie normaler und insektizidresistenter Fliegen, die sich im Lipoid-, Protein- und Aminosäurengehalt nachweisen ließen. Außerdem wurden charakteristische Unterschiede im Fermentsystem festgestellt. Über die genetischen Grundlagen der Insektizidresistenz bei Fliegen berichtete Frau V. Bochnig, Berlin. In populationsgenetischen Untersuchungen konnte weder eine genetische Adaption noch eine mutagene Wirkung durch Insektizide nachgewiesen werden. Kreuzungsanalysen ließen die Vielfalt der Resistenzfaktoren erkennen. Über praktische Erfahrungen der Fliegenbekämpfung in den Tropen berichtete Kükenthal, Leverkusen. Die ökologischen Bedingungen entscheiden über den Einsatz des Mittels. Sehr eindrucksvoll wurden von J. Keiding, Springforbi, die Beziehungen zwischen der Praxis der Fliegenbekämpfung und der Entwicklung der Insektizidresistenz dargestellt. Mit der Ausweitung der Maßnahmen stieg die Zahl resistenter Fliegenpopulationen unabhängig vom Wirkstoff der angewandten Präparate. Als wirksam werden Verdrahtung der Fenster und Abdeckung der Düngerstätten angesehen; damit werden wieder Methoden aufgegriffen, die bereits als überholt angesehen wurden. Zum Schluß wurde das Referat über die Arten der *Sarcophaginae* in den Faunenkomplexen synanthroper Zweiflügler der verschiedenen Landschaftszonen der UdSSR von B. B. Rodendorf, Moskau, vorgelesen, der nicht an der Tagung teilnehmen konnte.

Im Anschluß an die wissenschaftliche Tagung vereinigte ein geselliger Abend alle Teilnehmer im Alten Dahlemer Dorfkrug.

Die wissenschaftlichen Diskussionen wurden am Sonnabend bei Besuchen des Max-von-Pettenkofer-Institutes und der Biologischen Bundesanstalt weitergeführt.

Von allen Teilnehmern wurde dieses Symposion als voll gelungen bezeichnet. Die persönliche Fühlungnahme und Aussprache auf dem Gebiet synanthroper Fliegen hat zu einem fruchtbaren Erfahrungsaustausch der Spezialisten über Ökologie, Ethologie und Praxis der Bekämpfung geführt. In diesem Gremium sollte man sich aber in Zukunft bemühen, in den Referaten Reklame und Werbung auszuschließen.

Unser Dank gebührt den Veranstaltern des Symposions, dessen mühevolle Organisation Herr Dr. E. Kirchberg übernommen hatte. Vivant sequentes! K. Mayer, Berlin-Dahlem

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie wird am 28. und 29. Oktober 1959 eine Vortragstagung in Staufen i. B. (südl. Freiburg i. Br.) veranstalten. Für den 30. und 31. Oktober sind Besichtigungen und Exkursionen vorgesehen. Anmeldungen und Vorträge, deren Dauer 15–20 Min. nicht übersteigen soll, werden bis zum 1. Juli 1959 an den Schriftführer der Gesellschaft, ORR. Dr. J. FRANZ erbeten (Institut für biologische Schädlingsbekämpfung der Biologischen Bundesanstalt, Darmstadt, Kranichsteiner Str. 61). Außer einem vorbereiteten Kolloquium über Biozönose-Fragen ist als Vortragsschwerpunkt das Thema vorgesehen: Spezifische oder breitenwirksame Insektizide. Vorträge über andere Grundfragen der angewandten Entomologie sind, soweit es die Zeit erlaubt, ebenfalls vorgesehen.

PERSONALIEN

Dr. Arnold Mayer †

Am 13. Mai 1959 verunglückte er – 46jährig – in der Nähe von Iskenderun (Südostanatolien) tödlich mit seinem Wagen. Nach Studium der Zoologie in Freiburg, Königsberg, Graz und Berlin promovierte er 1939 bei JANISCH mit einer Arbeit über die Ernährungsbiologie der Nonne; diese Arbeit erschien in dieser Zeitschrift. Nach durch den Krieg unterbrochener Tätigkeit in verschiedenen Instituten und Zweigstellen der damaligen B.R.A. ging er als einer der ersten Biologen nach dem Krieg zur Industrie (Wissenschaftliche Abteilung der Firma C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim, bzw. deren Tochtergesellschaft Cela G.m.b.H.). Hier richtete er eines der ersten der nach dem Kriege neu entstandenen Laboratorien für Pflanzen- und Vorratsschutz und hygienische Schädlingsbekämpfung ein, das sowohl den Erfordernissen der chemischen Industrie wie auch denen der praktischen Schädlingsbekämpfung entsprach. Mit unbedingter fachlicher Objektivität war er maßgeblich an der Einführung neuer Bekämpfungsmethoden, wie sie mit dem Aufkommen der modernen synthetischen Insektizide, Fungizide und Herbizide notwendig wurden, in der Praxis beteiligt. Wenn 1947 und 1948 die deutsche Katroffelernte durch den Einsatz von Kontaktinsektiziden vor der Invasion des Kartoffelkäfers und damit für unsere schmalen Kalorien gerettet werden konnte, dann ist das nicht zuletzt ein Verdienst ARNOLD MAYERS. Er war auch an der Entwicklung neuzeitlicher Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Fichtenborkenkäfer beteiligt, die er in enger Zusammenarbeit mit Instituten und der forstlichen Praxis ausarbeiten half. Später viel im Ausland tätig, vor allem im tropischen Amerika und zuletzt als Berater der „Gesellschaft für Wirtschaftsfragen" beim deutschen Generalkonsulat in Damaskus, konnte er einen großen Schatz praktischer und wissenschaftlicher Erfahrungen sammeln, zu deren Auswertung und Veröffentlichung es nun nicht mehr kommen wird.

Menschlich nobel hatte er eigentlich nur Freunde bei Kollegen und Mitarbeitern. Als begeisterter Naturfreund, Alpinist, Faltbootfahrer, Kulturhistoriker und hervorragender Fotograf ließ er viele von uns in lebendigem Vortrag all das Schöne und Wissenswerte, das er auf seinen Reisen sah und erlebte, in Wort und Bild nacherleben. Wenn sein Leben auch früh endete, so hat er es doch so voll gelebt wie es nur wenigen von uns noch vergönnt ist. Am 20. Mai 1959 trugen wir ihn auf dem kleinen Friedhof von Marquartstein zu Grabe, dort ruht er inmitten seiner geliebten Berge.

G. Bodenstein, Ingelheim

Nachtrag

(Zum Aufsatz von M. A. Tolunay *„Zur Verbreitung der Skorpione in der Türkei" in Z. ang. Ent. Bd. 43/4, p. 366–370)*

Infolge eines redaktionstechnischen Versehens ist leider das Literaturverzeichnis zu obigem Aufsatz sr. Z. nicht zum Abdruck gelangt. Es werden daher im folgenden die 3 wichtigsten Arbeiten, die dem Tolunayschen Aufsatz zugrunde lagen, noch mitgeteilt:

1. Wachon, M.: Répartition et origine des Scorpions de Turquie. Compte Rendu Sommaire des Séanses de la Soc. de Biogéographie. N. 206–208, 1947.
2. — Remarques préliminaires sur la faune des Scorpions de Turquie. Bull. du Muséum, 2e série, T. XIX, N. 2, 1947, p. 161/4.
3. — A propos de quelques Scorpions de Turquie collectés par M. le Professeur Dr. Curt Kosswig. Rev. de la Faculte des Siences de l'universite d'Istanbul. Série B, T. XVI, Fasc. 4, 1951.

Für jeden Biologen von großem persönlichem wie sachlichem Interesse

ist das soeben erschienene Buch:

RICHARD B. GOLDSCHMIDT

Erlebnisse und Begegnungen

Aus der großen Zeit der Zoologie in Deutschland

Übersetzung aus dem Amerikanischen von ELISABETH DE LATTIN

1959 / 166 Seiten mit 8 Bildtafeln / In Ganzleinen 14,80 DM

RICHARD B. GOLDSCHMIDT – selbst eine der führenden Persönlichkeiten auf dem Gebiet der Genetik in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts – gibt mit diesen Erinnerungen ein durch die Souveränität seines Urteils wie durch die Wärme seiner menschlichen Anteilnahme bezwingendes Buch. Er läßt die große Zeit der deutschen Universitäten und in ihrem Rahmen besonders die biologische Forschung und Lehre um die Jahrhundertwende wieder lebendig werden. In liebenswürdigem und fesselndem Plauderton ruft er die Erinnerung an eine Zeit wach, in der außergewöhnliche Persönlichkeiten, wie HAECKEL, BÜTSCHLI, die Gebrüder HERTWIG, BOVERI, die Universitäten in Deutschland zu einem geistigen Mittelpunkt der wissenschaftlichen Welt machten, zu dem Studenten und Forscher aus aller Welt strömten, weil an ihren Lehrstätten die maßgeblichen Grundlagen der modernen experimentellen Forschungsrichtungen gelegt wurden. Diese Männer, deren Namen längst fester Bestandteil der Biologie und ein wissenschaftlicher Begriff geworden sind, werden durch Goldschmidts großartige Darstellungsgabe mit all ihren Vorzügen und Fehlern wieder gegenwärtig. Ihr Wesen und ihr Werk werden durch allenthalben eingestreute geistvolle Anekdoten und durch die Erzählung kleiner Begebenheiten auf so liebenswürdige, treffende und amüsante Art skizziert, daß sie selbst dem fernerstehenden Leser vertraut werden. Gibt doch eine Anekdote oft mehr Kontur als jede noch so sachlich souveräne Schilderung.

Durch die jeweilige Verbindung von Mensch und Werk und dank der Persönlichkeit des Verfassers wirkt dieses Buch, obwohl es vom Leben und Wirken an Universitäten handelt, völlig unakademisch. Zugleich ist es ein höchst originelles und persönlich gesehenes Kapitel biologischer Geschichte.

Die Darstellung eines großen und geistvollen Wissenschaftlers, der zugleich ein warmherziger und aufrechter Mensch war, läßt das Buch somit nicht nur zu einem Dokument vom Wesen, Werden und Wirken der deutschen Universitäten während einer der hervorragendsten Epochen naturwissenschaftlicher Forschung werden, das jedem Biologen, vor allem der jüngeren Generation, viel zu geben hat, sondern macht es darüber hinaus auch zu einem hohen geistigen und ästhetischen Erlebnis für jeden Leser.

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Im Februar 1959 ist erschienen:

Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e. V.

auf der 14. Mitglieder-Versammlung
zu Göttingen am 24. und 25. Oktober 1957

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von Dr. GÜNTHER BECKER

1959 / 152 Seiten mit 67 Abbildungen und 17 Tabellen / Ganz auf Kunstdruckpapier
Broschiert 20,— DM

Inhaltsübersicht:

Eröffnung und Verleihung der KARL-ESCHERICH-MEDAILLE

VORTRÄGE

FRIEDERICHS, K.: Bestehen in Kulturbiotopen Lebensgemeinschaften? – WIESMANN, R.: Neue Erkenntnisse über die Insektizidresistenz – KRUEL, W.: Anwendung und Ergebnisse biologischer Bekämpfungsmaßnahmen gegen forstschädliche Insekten in der Sowjetunion – FRANZ, J.: Entomologisches aus Amerika – KIRCHBERG, E.: Über einige Musciden von hygienischer Bedeutung – PETERS, W.: Zur Schmeißfliegenbekämpfung – Untersuchungen mit Lockstoffen – BRITZ, L.: Beispiele aus der Praxis der Freilandstechmücken-Bekämpfung *(Diptera, Culicidae)* – DÖHRING, E.: Plagen durch verwilderte Haustauben – BOVEY, P.: Beobachtungen über die letzte Lärchenwicklergradation in der Schweiz – JAHN, E.: Beobachtungen zum Massenauftreten des grauen Lärchenwicklers in Österreich in den Jahren 1954–1957 – KARAFIAT, H.: Die Latenzperiode der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* Ratz.; einige dabei neu beobachtete Gesetzmäßigkeiten und deren Steuerung durch Außenfaktoren – GAUSS, R.: *Liothrips setinodis* Rtr. (1880) *(Thysanoptera, Tubulifera)* als Schädling an Weißtannen-Jungpflanzen – SCHWERDTFEGER, F.: Ökologische Freilandarbeit in der Forstentomologie – SCHÜTTE, F.: Methoden zur Erfassung der Baum- und Strauchfauna – STEIN, W.: Über den Einfluß von Vogelschutzmaßnahmen auf den Insektenbestand im Eichenwald – OHNESORGE, B.: Die Gradation der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ) in Nordwestdeutschland – THALENHORST, W.: Vergleichende Untersuchungen über den Massenwechsel der Fichten-Nematinen – WELLENSTEIN, G.: Die Trophobiose der Waldameisen und ihre bienenwirtschaftliche Bedeutung – SCHINDLER, U.: Zur chemischen Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers (*Evetria buoliana* Schiff.) – SCHMUTTERER, H.: Versuche zur Fritfliegenbekämpfung mit Aldrin und Dieldrin – STEINER, H.: Die Arthropoden des Apfelbaumes, ihre jahreszeitliche Verteilung und Möglichkeiten zur Ermittlung ihres Schädlichkeits- und Nützlichkeitsgrades – NIKLAS, O. F.: Periodik einiger Mortalitätsfaktoren beim Engerling *(Melolontha spec.)* – FRANCKE-GROSMANN, H.: Über die Ambrosiazucht holzbrütender Ipiden im Hinblick auf das System – LÜSCHER, M.: Ersatzgeschlechtstiere bei Termiten und die Beeinflussung ihrer Entstehung durch die *Corpora allata*

ANHANG

Änderungen der Anschriften von Mitgliedern – Neu eingetretene Mitglieder

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN